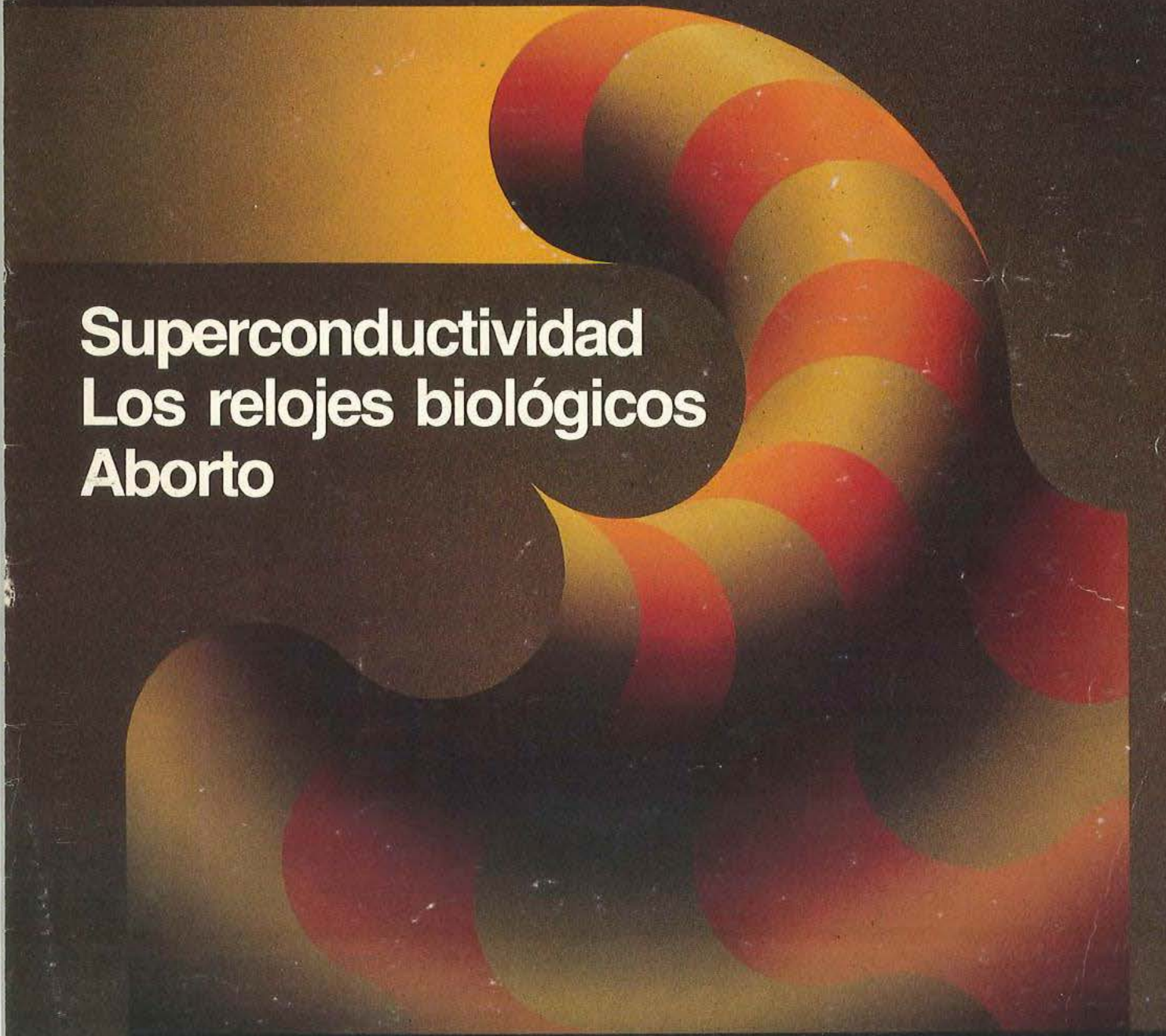


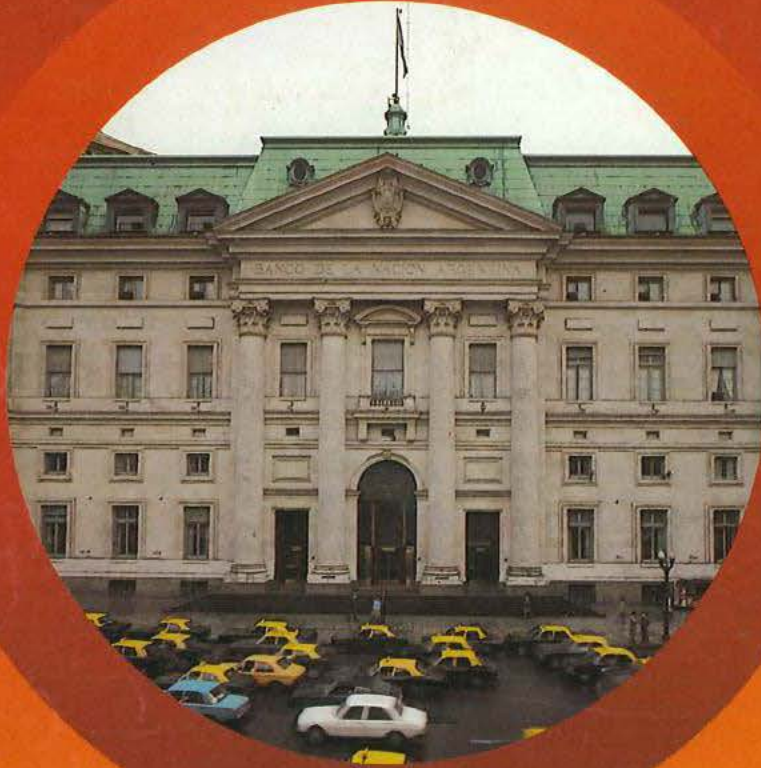
PSICOLOGIA Y
NEUROCIENCIAS

CIENCIAHOY

Revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy Vol. 1 N° 1 diciembre 1988/enero 1989 ★ 55.-



**Superconductividad
Los relojes biológicos
Aborto**

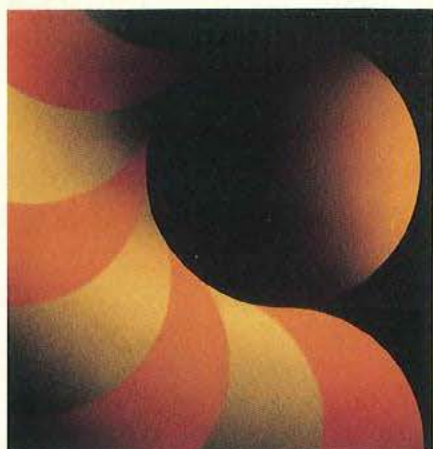


**NO SIEMPRE
UN BANCO GRANDE
ES UN GRAN BANCO.**

El nuestro reúne ambas cualidades.



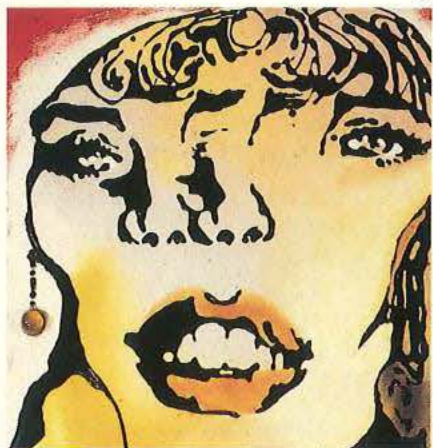
**BANCO DE LA
NACION ARGENTINA**
en su nación, su banco.



26



36



44



74

LOS RELOJES BIOLÓGICOS

10

Daniel P. Cardinali

En la actualidad es posible comprender el mecanismo que origina nuestros relojes y calendarios biológicos, sincronizados con las modificaciones diarias y anuales de las condiciones ambientales.

SUPERCONDUCTIVIDAD

26

Carlos Balseiro y Francisco de la Cruz

El descubrimiento de materiales cerámicos que presentan propiedades superconductoras a temperaturas del orden de los -150°C plantea importantes desafíos teóricos y abre nuevas perspectivas tecnológicas.

EL RASTRO DE LOS GROEBÉRIDOS

36

Francisco J. Goin

Hallazgos paleontológicos recientes, realizados en la Argentina, actualizan los interrogantes acerca de los groebéridos, enigmáticos animales extinguidos hace 40 millones de años.

ABORTO

44

Silvina Ramos

La práctica del aborto, una realidad estrechamente vinculada con la salud poblacional, es abordada por la investigación social en sus diversos aspectos: frecuencia, oportunidad, procedimientos, motivos.

ANFIBIOS DEL DELTA: LAS ESTRATEGIAS DE LA REPRODUCCIÓN

74

Marcelo Canevari

El régimen de precipitaciones y la disponibilidad de cuerpos de agua determinan las distintas modalidades reproductivas de los anfibios que habitan el noreste de la provincia de Buenos Aires.

EDITORIAL

3

AQUÍ CIENCIA

4

DEBATE: NEUROCIENCIAS Y PSICOLOGÍA

20

HUMOR

25

PERFIL: RODOLFO M. CASAMIQUELA

54

CIENCIA EN EL MUNDO

62

CIENCIA Y SOCIEDAD

66

RESEÑA

79

Publicación bimestral de la Asociación Ciencia Hoy.

Sede: Avda. Corrientes 2835, Cuerpo A, 5° A (1693) Buenos Aires, teléfonos 961-1824 y 962-1330.

Editores: Jorge Balán (Centro de Estudios de Estado y Sociedad), Olga Dragún (Departamento de Física, Comisión Nacional de Energía Atómica), Patricio Garrahan (Instituto de Química y Fisicoquímica Biológicas, Universidad de Buenos Aires-CONICET).

Consejo Editorial: Elvira Arrizurieta (Instituto de Investigaciones Médicas "Alfredo Lanari", Universidad de Buenos Aires), Daniel R. Bes (Departamento de Física, Comisión Nacional de Energía Atómica), Ennio Candotti (Instituto de Física, Universidad Federal de Río de Janeiro, *miembro invitado*), Elena Chiozza (División Geografía, Universidad Nacional de Luján), Emilio de Ipola (Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires), Armando Haerberer (Escuela Superior Latinoamericana de Informática), Jorge E. Hardoy (Instituto Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo), Juan A. Legisa (Instituto de Economía Energética, Fundación Bariloche), Alejandro C. Paladini (Instituto de Química y Fisicoquímica Biológicas, Universidad de Buenos Aires-CONICET), José Pérez Gollán (Museo Etnográfico, Universidad de Buenos Aires-CONICET), Fidel Schaposnik (Departamento de Física, Universidad Nacional de La Plata), Alberto Soriano (Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires).

Editor Asociado: Guillermo Boido.

Secretaría de Redacción: Heber Cardoso (coordinador), Marta Beck (secretaria).

Edición de Texto: Susana Frentzel Beyme, Gabriela Tenner.

Edición de Arte: Pablo Barragán (jefe), Verónica Mendi-vil (armado).

Administración: Carlos García Blaya (gerente), María García Blaya, Stella Maris Gramajo (servicios internos).

Colaboradores: Roberto Fontanarrosa (humor), Andrés Barragán, Flora Bemporad, Marcelo Canevari, Luis Martínez (fotografía), Martín Barrios, Gustavo Carrizo, Francisco Revelli (dibujantes), Mariana Romandini (armado),

Alberto Bernades (corrector), Miguel Palermo, Angela Saltarelli (redacción), Marta Guibourg (administración). *Ciencia Hoy* agradece la gentileza de Alberto Elia y de Marta y Ramón de la Vega por autorizar la reproducción de obras de Julio Le Parc y de Jorge de la Vega que pertenecen a sus respectivas colecciones. Tapa: Julio Le Parc, *Modulaciones*.

Publicidad: Luis Ibarra.

Promoción: Graciela Domenech, Diana Rosemberg, Jorge Pepe.

Consejo Científico (en formación): Rodolfo M. Casamiquela (Fundación Ameghino), Roberto Fernández Prini (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires), Juan José Giambiagi (Centro Latinoamericano de Física), Ranwell Caputto (Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba), Eugenia Sacerdote de Lustig (Instituto "Angel Roffo", Universidad de Buenos Aires), Samuel Talcisnik (Instituto de Investigaciones Médicas "Mercedes y Martín Ferreira"), Gregorio Weinberg (CONICET).

Corresponsal en Bariloche: Edgardo Angel Bisogni (Instituto Balseiro, Centro Atómico Bariloche) Avda. Ezequiel Bustillo, km. 9,5 (8400) San Carlos de Bariloche.

Corresponsal en La Plata: Néstor Murgier (Departamento de Geografía, Universidad Nacional de La Plata), calle 42 n° 1092 (1900) La Plata, teléfono (021) 24-8208.

Corresponsal en Mar del Plata: Alberto De La Torre (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata), Funes 3350 (7600) Mar del Plata, teléfono (023) 72-3831.

Corresponsal en Rosario: Carlos Galles (Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería, Universidad Nacional de Rosario), teléfono (041) 63451.

Corresponsalía en Río de Janeiro: Revista *Ciência Hoje*, Av. Venceslau Brás 71, fundos, casa 27, Río de Janeiro, CEP 22290, teléfonos (021) 295-4846, 295-4442, 275-8795, télex (021) 36952. En esta dirección puede adquirirse *Ciencia Hoy* al costo de Cz\$ 2000.00 o abonarse a una suscripción por seis números al costo de Cz\$ 10500.00. *Ciência Hoje* puede adquirirse en Corrientes 2835, Cuerpo

A, 5° A (1193) Buenos Aires, al costo de ₳ 55 o suscribirse a 11 números por ₳ 550. (Oferta válida hasta el 31/1/89).

Suscripciones: Argentina (6 números): ₳ 300. América Latina y África (6 números): u\$s 45 (aéreo). EE.UU. y Europa (6 números): u\$s 53 (aéreo).

Asociación Ciencia Hoy: Es una asociación civil, sin fines de lucro, que tiene por objetivos: a) divulgar el estado actual y los avances logrados en la producción científica y tecnológica del país; b) promover el intercambio científico con el resto de Latinoamérica a través de la divulgación del quehacer científico y tecnológico de la región; c) estimular el interés del público en relación a la ciencia y la cultura; d) editar una revista periódica que difunda el trabajo de científicos y tecnólogos argentinos, y de toda Latinoamérica, en el campo de las ciencias formales, naturales, sociales y de sus aplicaciones tecnológicas; e) promover, participar y realizar conferencias, encuentros y reuniones de divulgación del trabajo científico y tecnológico del país; f) colaborar y realizar intercambios de información con asociaciones similares de otros países.

Comisión Directiva: Roberto Perazzo (Presidente), José Mayo (Vicepresidente), Enrique Segura (Secretario), Marcos Saraceno (Prosecretario), Olga Dragún (Tesorera), Jorge Balán (Prosecretario). El mandato de la Comisión Directiva dura de marzo de 1988 a marzo de 1990.

Difusión: Aurora Caridi, Aníbal Gattone.

Para la publicación de esta revista contribuye la Secretaría de Ciencia y Técnica. Colaboraron en la realización de este número la Comisión Nacional de Energía Atómica, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, la Universidad Nacional de La Plata, la Universidad de Buenos Aires, la Asociación Física Argentina, el Centro Latinoamericano de Física, la Asociación de Profesores de Física de la Argentina y la Sociedad Brasileña para el Progreso de la Ciencia. Se agradece el apoyo recibido de los editores y equipos técnicos de la revista *Ciência Hoje*.

ISSN 0327-1218. Registro de la Propiedad Intelectual en trámite. Fotocomposición de Photolettering S.A., fotocromos de Photo Hell S. A., Combate de los Pozos 465, Buenos Aires. Impresión Morgan Antártica/IGI. Impresa en Chile.

BIO SIDUS

BIOTECNOLOGIA ARGENTINA

AL SERVICIO DEL DESARROLLO

BIO SIDUS es una Empresa Nacional creada en 1981 para apoyar el desarrollo industrial con el aporte de las en ese entonces nacientes biotecnologías de avanzada.

Con ese objetivo se organizaron sus cuatro Departamentos de Investigación:

Genética Molecular

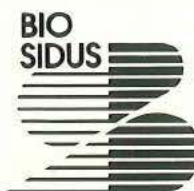
Microbiología

Purificación de Proteínas

Cultivos celulares

que fueron plasmando los avances del conocimiento en modernas tecnologías.

La realidad de BIO SIDUS en 1988 confirma la premisa de su filosofía empresarial: Apostar constantemente al crecimiento, asumiendo el riesgo de ser pioneros en materia de biotecnologías en Argentina.



BIOSIDUS S.A.
Constitución 4234 - 1254 Buenos Aires
Tel.: 922-2030/2092/2039/5311/6191

CIENCIA HOY EN LA ARGENTINA

Ciencia Hoy es una revista editada por investigadores que se han formado, han trabajado y trabajan como integrantes del sistema de instituciones científicas argentinas.

En la breve historia de nuestra ciencia institucional puede distinguirse un período inicial, en el que predominó la fuerte personalidad de sus fundadores, seguido de una fase que finalizó en 1983 y en la que, como reflejo de la situación del país, la conducción de la ciencia se realizó en general de manera arbitraria y casi siempre con muy escasa participación de los científicos.

Tal vez estos factores históricos hayan contribuido a llevar a la comunidad científica argentina a su actual estado de fragmentación y dispersión en múltiples asociaciones que abarcan sólo intereses disciplinarios. Ello dificulta el diálogo y explica la ausencia de entidades que sirvan de foro para la interacción de las distintas áreas del sector científico entre sí y de éste con la comunidad nacional en su conjunto.

Los científicos argentinos son conscientes de su marginación, que se refleja en la distorsionada visión que la sociedad tiene de ellos, en la escasa incidencia de sus opiniones en los medios de comunicación o la toma de decisiones políticas y en su limitada participación en asuntos que los afectan directamente.

Ciencia Hoy comprende y comparte esta preocupación, pero también se pregunta: ¿no contribuirá a la marginación el hecho de que el término "comunidad científica argentina" designe a una entidad virtual de difícil ubicación? ¿A dónde debe dirigirse el gobernante o el funcionario que desee dialogar con ella? ¿Cómo pedir reconocimiento cultural y social para la ciencia si en muchas ocasiones los científicos que trabajan en una disciplina ignoran lo que se realiza en otra?

Al generar desde el seno de la comunidad científica una instancia que le dé voz propia, *Ciencia Hoy* tiene entre otras la intención de proporcionar una solución innovadora y positiva a la marginación de nuestros científicos. Por eso nace como una revista producida por investigadores, pero que no está destinada sólo a ellos. Pretende acceder a un espectro de lectores mucho más amplio, que abarque desde el ciudadano interesado individualmente en la ciencia hasta el planificador, el empresario y el gobernante, sin olvidar al docente y al estudiante. Los artículos que publique serán escritos por científicos argentinos y, eventualmente, latinoamericanos. De esta manera el lector no especializado o el científico de otra disciplina será informado no sólo de los progresos de la ciencia universal, sino que tendrá también un panorama vivo de la actividad local.

En su tarea de difusión, *Ciencia Hoy* considerará la calidad intrínseca de la labor intelectual como principal criterio de selección. Será, además, militantemente interdisciplinaria: todas las ramas del conocimiento tendrán cabida en sus páginas y promoverá la interacción entre las diversas áreas del quehacer de la ciencia.

Ciencia Hoy practicará activamente el antidogmatismo. La Argentina está emergiendo de un largo período de pensamiento mágico, de tabúes y de represiones. Generaciones enteras de compatriotas se han educado en sistemas basados en estos criterios. *Ciencia Hoy* desea participar en el retorno definitivo del país a la condición de nación pluralista. Para ello puede aportar el entrenamiento mental de sus científicos genuinos, que consideran

indispensable la libertad de pensamiento y entienden que el diseño es un estímulo para la creación y la innovación, y no un factor generador de enfrentamientos estériles.

Pero el carácter interdisciplinario y pluralista de *Ciencia Hoy* no implica una posición éticamente neutral. Los problemas de la investigación, transmitidos por los científicos, permiten recuperar los dilemas éticos, sociales y políticos junto con los procesos cognoscitivos involucrados. Los editores sostienen que sólo es legítima aquella ciencia cuyos resultados inmediatos o mediatos redunden en beneficio del hombre concreto (es decir, la gente) como también de la Tierra y de sus especies. Su pluralismo no involucra, por tanto, la aceptación de teorías del hombre o de la sociedad que sirvan de fundamento a sistemas sociopolíticos que violen la Declaración Internacional de Derechos Humanos.

Por ello *Ciencia Hoy* aspira a ser más que un órgano de difusión de la ciencia. Quiere convertirse, además, en un espacio para la reflexión, la opinión y el debate: incluye secciones permanentes de noticias, entrevistas y comentarios, y sus páginas están abiertas a la comunidad científica para permitir que se exprese e interactúe con el resto de la sociedad.

En esta tarea *Ciencia Hoy* pretende evitar las "generalizaciones inteligentes" y realizar enfoques fundamentados sobre hechos concretos del quehacer nacional. Sus editores son conscientes de que la Argentina se enfrenta con cuestiones en las cuales la participación de la comunidad científica es indispensable. Estas incluyen desde la planificación de las estrategias de desarrollo tecnológico nacional y regional hasta la preservación de los recursos culturales y naturales, así como también el patrimonio genético de especies animales y vegetales.

Ciencia Hoy nace también con la certeza de que el crecimiento, desarrollo y consolidación de la ciencia en la Argentina exige el cumplimiento de condiciones sin las cuales ninguna sociedad puede pretender albergar una ciencia y una tecnología útiles y creativas. Sin duda la ciencia languidece y muere sin un mínimo de recursos materiales. Pero también la ciencia de calidad y utilidad social requiere que estos recursos se distribuyan sobre la base exclusiva de la idoneidad de los beneficiarios. Por eso *Ciencia Hoy* bregará para que se respete, dentro de las fluctuaciones propias de una democracia pluralista, la continuidad de la labor de los investigadores y la representación y participación de la comunidad científica en los organismos de planificación y ejecución de la cultura, a la que la ciencia medularmente pertenece.

Ciencia Hoy se publicará en castellano, lo cual le permitirá el acceso al resto de los países de Latinoamérica. En la mayoría de ellos la ciencia se enfrenta con problemas similares a los de la Argentina. Los editores confían en que la revista llegue a ser un agente eficaz para favorecer la integración y la cooperación científica en la región.

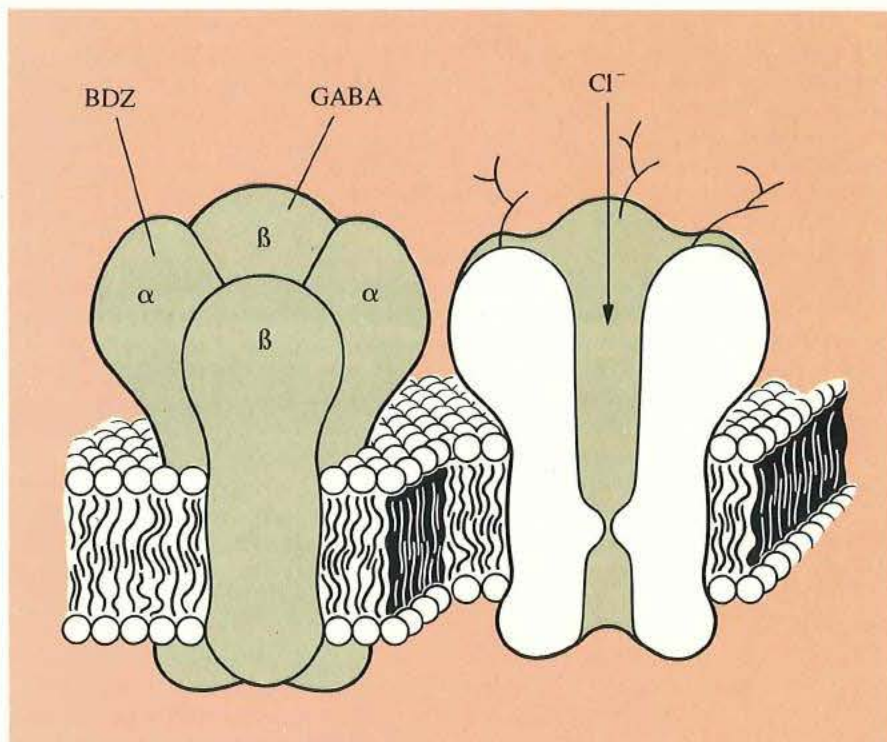
Los responsables de *Ciencia Hoy* no pretenden arrogarse la representación de la comunidad científica argentina, pero aspiran a que su proyecto sea entendido como una oferta abierta y convocante que provoque en nuestros científicos el deseo de participar en la acción que se inicia con este primer número.

Las BDZ del cerebro

Las benzodiazepinas (BDZ) son los fármacos de mayor prescripción en todo el mundo. Su consumo se ha extendido notablemente debido a sus propiedades ansiolíticas, anticonvulsivantes, miorrelajantes, inductoras del sueño y sedantes, asociadas a una muy baja toxicidad. La ansiedad caracteriza a la civilización occidental y las BDZ son las drogas ansiolíticas por excelencia. Por otra parte, las repercusiones económico-sociales del consumo masivo de las BDZ son enormes. Sólo basta mencionar los 8.000 kilogramos que se consumen por año en los Estados Unidos a un costo de setecientos millones de dólares, según estimaciones realizadas en el año 1977.

Uno de los hallazgos científicos más sorprendentes e intrigante de los últimos años en el campo de la neuropsicofarmacología fue el descubrimiento de BDZ en el cerebro de mamíferos, incluyendo el del hombre. Este resultado es el fruto de una intensa investigación desarrollada por el científico español Angel De Blas y sus colaboradores en la Universidad Estatal de Nueva York, en Stony Brook y recientemente corroborado y ampliado en forma independiente por otros dos grupos de investigación: uno en Hoffmann-La Roche, Basilea, y el otro aquí, en Argentina. Los estudios realizados en nuestros laboratorios —en el Instituto de Biología Celular de la Facultad de Medicina (UBA) y en el Instituto de Química y Fisiología Biológicas de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (UBA)— demostraron que las BDZ no sólo se hallan presentes en los tejidos biológicos, sino que también se encuentran en algunos alimentos, como la leche.

A pesar de la amplia difusión que rápidamente alcanzaron las BDZ, poco se conocía sobre sus mecanismos de acción. En la actualidad se ha establecido que las BDZ ejercen sus acciones farmacológicas debido fundamentalmente a su rol modulador de la actividad de la llamada neurotransmisión GABAérgica. Dentro del sistema nervioso central, un importante número de sinapsis utilizan como mediador químico al GABA (ácido gamma amino butírico). Su acción principal es la de abrir canales iónicos en las membranas neuronales. Mediante este fenómeno, la neurona que recibe al GABA disminuye su descarga eléctrica (se inhibe). Las BDZ al interactuar específica-



Modelo del complejo receptor GABA/BDZ/canal de Cl⁻ en la membrana celular de neuronas. Los sitios de reconocimiento para BDZ (receptor BDZ) se hallan ubicados en la subunidad α, mientras que aquellas para el neurotransmisor GABA en la subunidad β.

mente con una glicoproteína de la membrana neuronal (receptor a BDZ), que se halla asociada al receptor al GABA y a un canal aniónico conformando un complejo supramolecular, regulan alostéricamente la actividad GABAérgica, provocando un aumento en la frecuencia de apertura de aquel canal. Este efecto sólo se observa en presencia del neurotransmisor GABA.

Sobre el mecanismo de acción de las BDZ surgen los siguientes interrogantes: ¿existe un ligando endógeno que en condiciones fisiológicas y/o patológicas reconoce al receptor BDZ? ¿Existe un compuesto endógeno que mimetiza a las BDZ o, por el contrario, posee efectos opuestos?

Diversos laboratorios de investigación han focalizado su atención en responder estas preguntas. Así se descubrió la presencia de BDZ en cerebros de animales que nunca habían estado en contacto (hasta lo que se sabía) con dichos fármacos. El grupo de De Blas ha conseguido identificar dos de estas moléculas: el N-desmetildiazepam y el oxazepam, ambos metabolitos del diazepam (Valium). Las BDZ fueron sinteti-

zadas por primera vez en los laboratorios Hoffmann-La Roche hacia fines de la década del 50 e introducidas en el mercado farmacéutico para su uso en 1960. De Blas identificó, mediante una técnica inmunohistoquímica utilizando un anticuerpo monoclonal anti-BDZ, la presencia de BDZ en cerebros humanos embebidos en parafina y almacenados desde 1940. La distribución de la inmunoreactividad fue idéntica a la observada en tejidos frescos.

A partir de todos estos hallazgos surgen otros interrogantes: ¿cuál es el origen de estas BDZ naturales? ¿Tienen algún significado fisiológico y, en ese caso, sus niveles cerebrales son suficientes para ejercer algún rol funcional?

Con respecto a la fuente de origen de BDZ naturales existen dos posibles explicaciones: 1) las BDZ son biosintetizadas total o parcialmente por nuestras células, constituyendo BDZ endógenas; o 2) son biosintetizadas por microorganismos y/o plantas, en cuyo caso constituirían BDZ naturales exógenas.

Sobre la primera hipótesis existe cierto

consenso general: no parece "lógico" que los tejidos de mamíferos puedan poseer una maquinaria biosintética capaz de generar moléculas tipo BDZ, que son heterociclos conteniendo átomos de Cl u otro halógeno. La única evidencia favorable es la demostración hecha por el grupo de De Blas: detectaron inmunorreactividad BDZ en una línea celular híbrida tumoral que se mantuvo durante tres meses en un medio libre de suero.

La hipótesis sobre el origen exógeno de las BDZ cerebrales tiene mayor respaldo, aunque las evidencias aún son indirectas. Se sabe desde hace algún tiempo que ciertos microorganismos son capaces de sintetizar BDZ. Ejemplo de ello es un hongo de la familia *Penicillium*. Recientemente el grupo de Hoffmann-La Roche ha aislado BDZ de diversas plantas como el maíz, la papa y el trigo. Estos datos asociados a los obtenidos en nuestros laboratorios, donde se demostró que la leche de vaca (tanto la comercial como la ordeñada bajo condiciones controladas) contiene BDZ, sugieren

que las BDZ cerebrales provendrían de fuentes exógenas. De esta manera, las BDZ serían constituyentes habituales de nuestra dieta. No obstante las pequeñas cantidades de BDZ aisladas de los alimentos (por ejemplo: 100 ng/litro de leche bovina), presentan una vida media en el cuerpo humano de hasta 100 h (N-desmetildiazepam).

Mientras todas estas especulaciones no tienen aún una clara definición, es interesante recordar que la morfina, un alcaloide sintetizado por una planta, también ha sido purificada del cerebro y la leche bovina y humana.

También son contrapuestas las opiniones sobre la posibilidad de que las BDZ cumplan algún rol fisiológico. Algunos sostienen que las cantidades halladas no alcanzan a producir efectos biológicos; otros —como el grupo de De Blas— afirman que las concentraciones encontradas por ellos (en algunos cerebros bovinos hasta 800 ng/g de tejido) son suficientes para generar respuestas fisiológicas, pero estos cálculos no

toman en cuenta la posible distribución y compartimentalización de estas moléculas. A este respecto, recientes estudios de localización celular y subcelular realizados en nuestros laboratorios demuestran que las BDZ se localizan en neuronas y preferentemente en las fracciones citosólicas y de las vesículas sinápticas.

Los interrogantes son ahora: ¿existe alguna razón que determine que BDZ naturales se concentren en las regiones de las células nerviosas encargadas de la comunicación interneuronal? ¿O, por el contrario, estos resultados sugieren indirectamente la posibilidad de síntesis neuronal de BDZ? Es de suponer que la existencia de importantes grupos de investigación que trabajan en el área, diseminados en laboratorios de distintos países del mundo, han de dar respuesta a estas preguntas en el transcurso de los próximos años.

Jorge Medina

Facultad de Medicina,
Universidad de Buenos Aires

La litiasis en busca de su etiología

La observación microscópica de la orina revela que algunos cristales como el oxalato o el fosfato de calcio y ciertos tipos de uratos, son excretados normalmente por sujetos sanos; se trata del fenómeno conocido como cristaluria. Curiosamente, la mayoría de los cálculos renales propios de la enfermedad litiasica —del griego *lithos*, piedra, así como en latín, *calculus*, piedrecilla— están compuestos por estos mismos minerales. Son excepciones los cálculos de cistina y los medicamentosos, pero estos representan menos del 1% del total. La existencia de una fase mineral sólida en la orina, que en algunos casos es normal o fisiológica y en otros se transforma en patológica, es, probablemente, la causa por la que la litiasis ha fascinado a la profesión médica desde la antigüedad.

El cálculo más grande de que se tenga noticia es un cálculo vesical de casi un kilogramo de peso. Indudablemente un cálculo de estas características es memorable, pero si lo que queremos es aprender algo

sobre la litiasis, para poder así tratarla, lo que hemos de preguntarnos es, en realidad, qué tan pequeño puede ser un cálculo o, en otras palabras, cuándo la cristalluria se transforma en enfermedad litiasica.

En los últimos veinte años se han realizado notables avances en el conocimiento de la fisiopatología de esta enfermedad, avances que han resultado en el desarrollo de protocolos para el diagnóstico de alteraciones metabólicas asociadas a la formación de cálculos, en el estudio y comprensión de los mecanismos físico-químicos de la cristallización urinaria, y en la existencia de los llamados inhibidores de la cristallización. Se han logrado así nuevas y mejores alternativas terapéuticas para el tratamiento de la litiasis renal, lo que transformó una patología de incumbencia casi totalmente quirúrgica en un problema de tratamiento médico clínico, circunstancia de incalculable significación ya que la enfermedad litiasica está signada por el concepto de recidiva. En efecto, la persona que ha desarro-

llado un cálculo renal no resuelve su problema por el hecho de que se lo haya extirpado quirúrgicamente o eliminado por medio de las nuevas técnicas de litotricia extracorpórea, ya que casi fatalmente formará un nuevo cálculo, a menos que sea evaluado metabólicamente y se instaure una terapéutica que neutralice la alteración que lo originó.

Para comprender cómo las diferentes alteraciones metabólicas pueden dar lugar a la enfermedad litiasica, es preciso conocer el proceso de formación de los cálculos renales. Los mecanismos detallados de esta formación aún no se conocen, pero cualesquiera que estos sean, no pueden escapar a los mecanismos generales de toda transformación de fase líquida (la orina) en sólida (el cálculo). Ejemplo ilustrativo son los cálculos de oxalato de calcio, habida cuenta de que el 70% de los cálculos formados tienen esta composición. El oxalato de calcio es una sal de calcio y como tal responde a las leyes termodinámicas que regulan la

solubilidad de una sal sólida en un medio líquido. Pero aun sin conocimientos de físico-química, sabemos empíricamente que cuando agregamos una sal soluble a un líquido, llega un momento en que ésta no se disuelve más. Este estado se conoce como supersaturación.

En toda solución es posible dar una medida cuantitativa del grado de saturación mediante el llamado Producto de Actividad (PA). Esta cantidad se define como el producto de las Actividades de los iones (A) que son proporcionales a sus concentraciones molares ($[]$) en un grado determinado por Coeficientes de Actividad (γ) específicos. De esta manera, en el caso del oxalato de calcio:

$$\begin{aligned} PA_{OxCa} &= A_{Ca^{++}} \cdot A_{Ox^{--}} = \\ &= \gamma_{Ca^{++}} [Ca^{++}] \cdot \gamma_{Ox^{--}} [Ox^{--}] \end{aligned}$$

En condiciones de equilibrio el PA de una sal es igual a su Constante de Solubilidad (Kps). Cuando el PA es menor que Kps, la orina está hiposaturada respecto de la sal en cuestión; cuando es igual, está saturada y cuando es mayor, supersaturada. De este modo, el PA de una sal se convierte en una expresión cuantitativa de la solubilidad de dicha sal en un determinado medio, en este caso, del oxalato de calcio en la orina. Cuando una orina está hiposaturada con respecto a la sal que forma los cálculos, estos se disolverán; cuando está saturada no se formarán nuevos cálculos pero los preexistentes no sólo no se disolverán sino que podrán crecer por agregación de cristales; cuando está supersaturada los cálculos presentes podrán crecer y pueden ocurrir nuevas precipitaciones en el caso de que se supere un límite experimental llamado "límite metaestable".

Vemos entonces que los mecanismos generales de transformación de fase líquida a sólida a los que nos referíamos están presentes en la formación de un cálculo: iniciación de la precipitación, crecimiento cristalino y agregación de los cristales. Para que estos pasos se cumplan se requiere disponibilidad de energía libre ya que cada uno de ellos implica su consumo. Esta energía libre está contenida en la supersaturación, de modo que la Segunda Ley de la Termodinámica, que impone el mencionado requerimiento de energía libre, nos garantiza que no habrá transformación de fase y, por lo tanto, no habrá litiasis sin supersaturación. Como vimos anteriormente, la supersaturación es función de la concentración del soluto, en nuestro ejemplo, de la



Primeros intentos quirúrgicos de extracción de un cálculo del tracto urinario. (Grabado del siglo XVII.)

concentración urinaria de calcio y de oxalato. Cualquier alteración que conduzca a un aumento de la concentración de calcio u oxalato en la orina está favoreciendo, entonces, la formación de un cálculo. De este modo tenemos definidas las alteraciones metabólicas más frecuentemente diagnosticadas en los pacientes formadores de cálculos de oxalato de calcio: la hiper calciuria y la hiperoxaluria.

Otras alteraciones trabajan en sentido inverso. La orina es un líquido muy complejo y contiene en solución numerosos cationes y aniones que se pueden combinar para formar complejos solubles; dependiendo de las constantes de afinidad, compiten entre ellos por la formación de dichos complejos y, como se observa en la fórmula del PA, la concentración termodinámicamente activa es la concentración iónica. Por lo tanto, el déficit en orina de ciertos cationes y aniones puede conducir a tener más calcio u oxalato libre o iónico; tal es el caso del citrato y el magnesio que compiten

con el oxalato por la unión con el calcio y con el calcio por el oxalato, respectivamente. Este es el modo de acción de la hipocitraturia y la hipomagnesuria, alteraciones metabólicas de hallazgo frecuente. Similares apreciaciones pueden hacerse respecto a las litiasis no cálcicas, como en el caso de alteraciones en el metabolismo del ácido úrico, que conducen a la litiasis úrica mediante el aumento de la excreción urinaria de este ácido orgánico.

El conocimiento de estos mecanismos básicos y la aplicación de eficientes protocolos de evaluación diagnóstica permiten aplicar terapéuticas racionales. Un aspecto a destacar es que si, como vimos, el desarrollo de la enfermedad depende, en muchos casos, de la concentración de un soluto, antiguas recomendaciones tan sencillas como aumentar la ingesta de líquidos, aparecen claramente justificadas.

Los procedimientos de cirugía mayor destinados a remover cálculos renales han dejado paso en los últimos tiempos a técnicas menos invasivas, como la destrucción ultrasónica por cirugía transcutánea, que sólo requiere una pequeña incisión, o a la litotricia extracorpórea por ondas de choque, absolutamente no invasiva. Pero estos adelantos, por cierto gigantescos, no modifican en modo alguno la causa de la enfermedad ni la posibilidad de la formación de un nuevo cálculo. Así pues, el costo social de la enfermedad litiasica, traducida en gastos de internación, días de trabajo perdido, intervenciones quirúrgicas e inclusive el difícilmente medible impacto psíquico en el paciente y su entorno, es muy grande. Debe tenerse presente que sólo una correcta evaluación diagnóstica y la aplicación de una terapéutica adecuada puede alterar la historia natural de esta dolencia. Se ha logrado una anulación de la recurrencia del orden del 95% en casos tratados en la sección Metabolismo del Instituto de Investigaciones Médicas "Alfredo Lanari".

Mucho falta saber sobre la enfermedad litiasica; la investigación médica debe continuar y nuevas y mejores alternativas terapéuticas son necesarias, pero hoy parece muy lejana la época que llevó al urólogo español Bernardo Pinto a escribir: "Nuestra actitud frente a la litiasis se limitaba a operar y esperar. Operar para remover el cálculo presente y esperar la formación del nuevo cálculo."

José R. Zanchetta y César E. Bogado

Facultad de Medicina,
Universidad de Buenos Aires

Bandejas Portacables - Portaequipajes - Tubos de aire acondicionado - Embudos - Misiles - Chapas litográficas - Cacerolas - Carburadores - Explosivos - Papeles aluminio - Barras para tornería - Sartenes - Tanques cisterna - Granallas - Coladores - Panquequeras - Contravidrios - Moldes para repostería - Pisos antideslizantes - Tapas abre-fácil - Disipadores de calor - Cafeteras - Faros - Envases para alfajores

TODO ESTO ES ALUMINIO.



Parasoles - Tapas para botellas - Vajilla - Pistones - Líneas de alta tensión - Barriles para cerveza - Persianas - Tapas para envases - Baterías de cocina - Cajas de dirección - Aviones - Cables - Tarros para leche - Frentes integrales - Sobres para medicamentos - Quemadores de gas - Tapas de distribución - Pasta para pinturas - Rotores - Bandejas para alimentos - Chapa canaleta - Envases flexibles - Artículos electrodomésticos - Múltiples de admisión - Bulones - Carcasas de motores - Incubadoras para aves - Cielorrasos - Blisters - Evaporadores para heladeras - Cajas de velocidad - Remaches - Casquillos para lámparas - Caños para riego - Puertas - Pomos para dentífricos - Partes de sillas y sillones - Bombas de agua - Medidores de gas - Carcasas de iluminación - Ventanas - Pomos para remedios - Agujas para tejer - Tambores de freno - Accesorios para tuberías - Capacitores - Ventilucos - Aerosoles - Rejillas de heladeras - Ruedas - Banderolas - Envoltorios de golosinas - Cubeteras - Furgones - Barandas - Papel para cigarrillos - Pinzas para el cabello - Carrocerías - Balcones - Etiquetas - Cierres relámpago - Tanques - Cortinas de enrollar - Cápsulas para botellas - Ojalillos para zapatillas - Casas rodantes - Divisores de oficinas - Bandejas descartables - Antenas para TV - Motores - Herramientas - Armazones de raquetas - Mástiles de barcos - Mamparas para baños - Artículos de camping - Baguetas - Toldos - Juguetes - Cospes - Escaleras - Pasamanos - Bancos - Andamios - Señales - Herrajes - Raquetas para tenis - Reposeras - Pavas - Molduras - Volantes - Silos - Billetes de lotería - Bandejas Portacables - Portaequipajes - Tubos de aire acondicionado - Embudos - Misiles - Chapas litográficas - Cacerolas - Carburadores - Explosivos - Papeles aluminio - Barras para tornería - Sartenes - Tanques cisterna - Granallas - Coladores - Panquequeras - Contravidrios - Moldes para repostería - Pisos antideslizantes - Tapas abre-fácil - Disipadores de calor - Cafeteras - Faros - Envases para alfajores

Plomo en la atmósfera

La atmósfera en general y de manera especialmente severa la de las grandes concentraciones urbanas se contamina con plomo (Pb) proveniente principalmente de la combustión de naftas adicionadas con tetraetil plomo. La toxicidad de este plomo es un hecho científicamente comprobado, y por eso se han adoptado internacionalmente normas que fijan cotas máximas para la concentración admisible en la atmósfera que normalmente respira la población. Este hecho está conduciendo a la eliminación de naftas adicionadas con plomo en un número creciente de países del primer mundo.

En la Argentina esta cota es de 1 microgramo de plomo por metro cúbico de aire (1 microg=10⁻⁶g). Sin embargo, mediciones realizadas por nosotros recientemente en el Departamento de Física de la Comisión Nacional de Energía Atómica muestran que la concentración de plomo atmosférico en diversos puntos de la Capital Federal excede largamente los límites permitidos. El estudio, llevado a cabo con la colaboración de J. Davidson, M. Davidson, M. Debray, G. Falcone, D. Hojman, D. Santos y V. Tafuri, utilizó el método llamado PIXE (Particle Induced X Ray Emission).

Cuando un haz de iones (partículas cargadas) de suficiente energía atraviesa una muestra, arranca electrones de las capas de los átomos de los diferentes elementos que constituyen la misma. Las vacancias creadas en la estructura electrónica de estos elementos son rápidamente llenadas por electrones provenientes de capas superiores. Esta desexcitación está asociada a la emisión de radiación X característica de cada elemento y es registrada mediante detectores semiconductores de alta resolución energética (véase la figura 1).

En síntesis, cada elemento que compone la muestra es reconocido por las energías de los rayos X que emite; sus intensidades son una medida directa de la concentración de dicho elemento (véase la figura 2). Una de las ventajas sobresalientes de este procedimiento ultrasensible es el de poder trabajar con muestras muy pequeñas: son suficientes unos pocos microgramos de material. Además, la composición elemental de la muestra puede ser determinada por medio de una sola medición.

En este trabajo se han utilizado haces de iones de carbono (¹²C) y oxígeno (¹⁶O) de aproximadamente 50 MeV de energía, proyectiles que se desplazan a velocidades

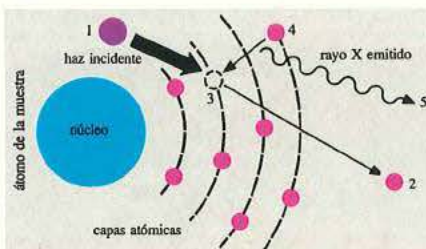


Figura 1. El haz de iones pesados proveniente del acelerador (1) expulsa un electrón (2) de una capa interna del átomo y crea una vacancia (3) que es ocupada por un electrón de las capas superiores (4) con producción de radiación X (5).

del orden del 10% de la velocidad de la luz, es decir unos 30.000 km/s. (1 MeV es la energía que adquiere un electrón al atravesar una diferencia de potencial de un millón de voltios). El haz de partículas fue provisto por el Acelerador TANDAR de la Comisión Nacional de Energía Atómica, único en su tipo en el país.

Los volúmenes de aire cuyo contenido de plomo se desea analizar se filtran a través de una membrana porosa de polycarbonato, en la cual quedan atrapadas las partículas sólidas en suspensión. Este filtro se coloca en la boca de una bomba que aspira un caudal conocido de aire durante un tiempo suficientemente largo como para eliminar fluctuaciones en los resultados. La membrana con su depósito (muestra a ser analizada) se fija ulteriormente sobre un

Zona	Horario	Concentración (microg Pb/m ³ de aire)
Capital-Alto tránsito	diurno	3,9
Capital-Alto tránsito	nocturno	1,7
Capital-Tránsito medio	promedio 24h	1,5
Gran Buenos Aires Tránsito medio	promedio 24h	1,0
Gran Buenos Aires Zona limpia	promedio 24h	0,3

Valores típicos de concentraciones de plomo en aire en diversas zonas de la Capital Federal y el Gran Buenos Aires en diferentes horarios. La precisión de estos datos es de aproximadamente 10%.

portamuestras para su irradiación, evitando toda manipulación de la misma y por ende su posible contaminación.

De esta manera se han obtenido muestras y valores de concentración de plomo en zonas de la Capital Federal y del Gran Buenos Aires, tratando de seleccionar sitios con muy diferente densidad de tránsito y en distintas horas del día. En la tabla se indican algunos resultados representativos.

La figura 2 muestra que el método PIXE permite detectar la presencia en la atmósfera no sólo de plomo sino también de otros elementos.

Aurora Caridi

Andrés J. Kreiner

Departamento de Física,
Comisión Nacional de Energía Atómica

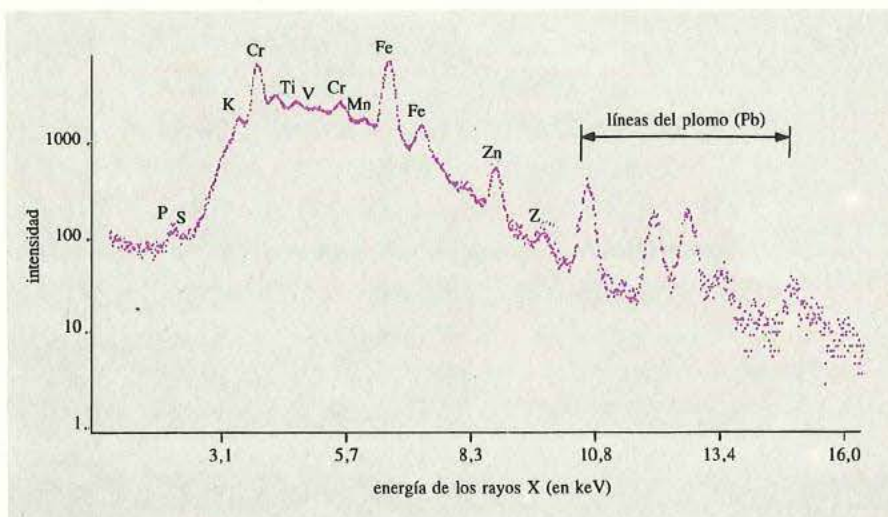
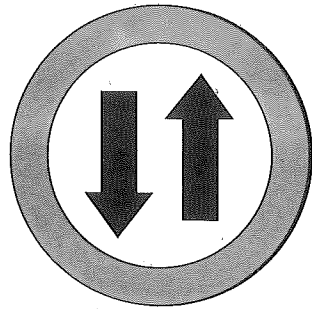


Figura 2. Espectro típico (intensidad de las diferentes líneas de emisión de rayos X característicos en función de su energía) de una muestra de partículas atmosféricas donde puede observarse, además del Plomo (Pb), la presencia de otros elementos tales como Cromo (Cr), Titanio (Ti), Vanadio (V), Manganeseo (Mn), Hierro (Fe), Cinc (Zn). La energía de los rayos X está expresada en keV (1 keV = 10⁻³ MeV).

BRASIL-ARGENTINA.



UNA AMISTAD DE MANO DOBLE.

Más y más caminos
conectan a Brasil y Argentina.
Caminos anchos. Seguros.
Y siempre de doble vía.

Esta integración
Brasil-Argentina es de suma
importancia, no sólo para
los dos países, sino también
para todo el pueblo latino-
americano.

Uno de los caminos
que nos aproximan es
el de la Petrobrás - Petróleo
Brasileiro S.A.

La Petrobrás es una
empresa de vanguardia
en el área del petróleo y que
opera en todos los segmentos
de la industria petrolífera.
Inclusive en sus actividades
internacionales, la Petrobrás
está al servicio de la
integración entre nuestros
países.

Para que la amistad
entre nosotros, los latino-
americanos, sea cada vez
más intensa - en todos
los sentidos.



PETROBRÁS
PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.



LOS RELOJES BIOLÓGICOS

Daniel P. Cardinali

Departamento de Fisiología
Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires

Los trastornos originados en el viajero por los vuelos transmeridianos, los desajustes emocionales que suelen acompañar la llegada del invierno y las perturbaciones que experimentan quienes deben cumplir turnos rotativos de trabajo prueban que somos depositarios de relojes y calendarios biológicos en fase con ciclos geofísicos: la sucesión de los días y las noches, la alternancia de las estaciones. ¿Cuál es el mecanismo que origina estos ritmos biológicos y los sincroniza con las condiciones ambientales? ¿Es posible corregir su eventual desincronización por medio de fármacos? La respuesta a tales preguntas no tiene solamente interés académico, pues un mayor conocimiento acerca de nuestros relojes diarios y anuales redundaría en aplicaciones de gran importancia médica.

CASO I. Al caer la tarde, me dirijo al Aeropuerto Internacional de Ezeiza. Debo viajar a Alemania para discutir los resultados del proyecto de investigación conjunto de nuestro laboratorio y el Departamento de Anatomía de la Universidad de Mainz. Arribo a Frankfurt a las 10, hora de Buenos Aires, 15, hora local.

De inmediato resincronizo mi reloj pulsera, pero hay otro reloj, el biológico, que me llevará unos seis días de imperceptible trabajo ajustar a la nueva situación; lo compruebo esa misma noche cuando me retiro a descansar a las 23 hs. y no logro conciliar el sueño; para mi sistema nervioso y endocrino son apenas las 18 hs. Este es el cuadro conocido con el nombre de *Jet-lag* (desincronización por vuelos transmeridianos), que se repetirá durante las cinco o seis noches siguientes. Recién una semana después habré “alemanizado” mi reloj biológico.

CASO II. El psiquiatra escucha desde su sillón el siguiente relato de una paciente deprimida: “¿Es el frío, los días grises, las largas noches, lo que me hace detestar el invierno? ¿Por qué, en esta época del año, los fines de semana me resultan interminables y paso de la melanco-

lía a la depresión lisa y llana? Varios rasgos negativos marcan mi vida durante el invierno. Duermo más, como más, hago menos ejercicio físico... Sin embargo, todo parece cambiar con la llegada de la primavera: percibo al mundo distinto, con más esperanza y alegría. ¿Qué ha cambiado: mi persona o el medio ambiente?”. Este es el cuadro conocido como *SAD* (seasonal affective disorder, enfermedad afectiva estacional) que se caracteriza por la aparición de desórdenes afectivos en ciertas épocas del año, especialmente en otoño e invierno.

Estos ejemplos ilustran una realidad de nuestra constitución biológica: somos organismos periódicos en fase con dos ciclos geofísicos de gran regularidad: el día y el año. Somos depositarios tanto de un reloj como de un calendario biológico.

Estos ciclos geofísicos poseen dos características relevantes: su predictibilidad –por ejemplo, el período medio de la rotación de la Tierra ha disminuido sólo unos veinte segundos en el último millón de años– y su fuerte influencia sobre distintos aspectos del medio ambiente, en particular la iluminación y la temperatura. La amplitud de los cambios en estas variables es importante; así, por

ejemplo, la iluminación puede variar desde 10^4 lux en el mediodía de un día soleado hasta 10^{-3} lux en una noche de tormenta con cielo encapotado. En las regiones continentales de las zonas templadas la temperatura puede variar desde más de 35°C en verano, a varios grados bajo cero en invierno. No es de extrañar, entonces, que la conducta y fisiología de la inmensa mayoría de las especies vivientes se hayan adaptado y muestren tanto una periodicidad de 24 horas como de 365 días. La diferenciación en especies con actividad diurna, nocturna o crepuscular indica la poderosa función modeladora que la noche y el día han tenido en el proceso evolutivo; función modeladora ejercida también por los ciclos anuales, que podemos apreciar en conductas biológicas como la hibernación o la reproducción estacional.

No existen dudas acerca de que el “reloj biológico” es una realidad presente en el genoma de cada célula de un organismo multicelular. La evolución en un ambiente con periodicidad de 24 horas ha determinado la selección del “estigma” periódico incorporado al material genético celular. ¿Cómo se sincronizan las actividades de estas múltiples unidades celulares rítmicas en un organismo pluricelular? Esto se logra a través de los dos

grandes comunicadores biológicos existentes en los seres vivos: el sistema nervioso y el endocrino.

El lenguaje que hablan estos dos sistemas es químico: especies moleculares particulares llamadas hormonas y neurotransmisores median la comunicación celular. Si bien a nivel molecular los mecanismos por los cuales actúan los neurotransmisores y las hormonas son semejantes, la diferencia funcional entre ambos sistemas de comunicación intercelular es grande. Un elemento fundamental en esta comunicación, la privacidad del mensaje, es alcanzada por procedimientos diametralmente distintos tanto en el sistema nervioso como en el endocrino.

Las neuronas adquieren privacidad del mensaje por medios anatómicos; como los cables de un teléfono, las prolongaciones axonales hacen que el trasmisor se libere en cantidades infinitesimales sólo a nivel del territorio requerido. Si bien potencialmente ese neurotransmisor liberado podría ejercer los mismos efectos sobre un amplio número de células, su liberación sólo en zonas diferenciadas (llamadas sinapsis) y en cantidades muy pequeñas, limita el efecto a unas pocas células de su entorno inmediato. Para este fenómeno vale la siguiente analogía: la naturaleza del pulso eléctrico que media la comunicación telefónica es la misma para cualquier número que disquemos; sin embargo, la especificidad de la comunicación se logra porque "anatómicamente", a través de cables, una central canaliza la comunicación hacia el abonado requerido.

En cambio, las hormonas, que se liberan a la circulación desde las glándulas endocrinas y entran en contacto (al menos potencialmente) con todas las células del organismo, sólo actuarán donde encuentren una molécula de la superficie celular que las reconozca (el "receptor"). Estas células, llamadas efectoras, conocen el lenguaje hormonal. Así, la comunicación hormonal se parece a la que emplea ondas de radio: en esta habitación hay ondas electromagnéticas que no puedo percibir si no poseo un receptor de radio adecuadamente sintonizado. Dentro del mismo contexto de análisis comparativo observamos que el sistema nervioso es rápido para realizar la comunicación intercelular; sus tiempos se miden en segundos o fracciones de segundo; el sistema endocrino, por el contrario, es más lento y sus tiempos se miden, en general, en horas.

Analicemos ahora el sistema nervioso. Su función integradora es cumplida principalmente por el sistema simpático, una de las dos ramas del sistema nervioso autónomo.



El médico griego Galeno (siglo II d.C.) le dio este nombre porque, a su criterio, regía la "simpatía" (*sympatheia*: comunidad de sentimientos) entre los distintos órganos y tejidos del organismo. En efecto, se trata de un sistema integrador difuso con gran divergencia y tendencia a la activación *in toto*, que induce respuestas adaptativas esenciales para la sobrevivencia. El sistema simpático rige, por ejemplo, la reacción estereotipada ante una agresión: aumento de la presión arterial y de la frecuencia cardíaca para anticipar los requerimientos adicionales de sangre, cambios vasomotores que redistribuyen la sangre a los territorios donde la oxigenación es más necesaria tales como el cerebro, dilatación de la pupila para recibir una mayor cantidad de luz, piloerección para dar al enemi-

go una impresión visual más amenazante.

Los programas de la reacción estereotipada citada, y de toda la gama de respuestas generalizadas autonómicas, están contenidos en el hipotálamo, una pequeña porción de la base del encéfalo, centro de complejas conductas integradoras neurales y endocrinas (figura 1). No es de extrañar, entonces, que una de las funciones simpáticas sea la sincronización de la infinidad de osciladores diurnos celulares a la actividad de un sincronizador central ubicado en el hipotálamo. Veamos cómo se realiza esta función.

La retina es la sede de un circuito tri-neuronal en serie compuesto por los fotorreceptores, la neurona bipolar y las neuronas ganglionares. Los fotorreceptores responden a la radiación luminosa con respuesta eléctrica y liberación de un transmisor químico que modifica la actividad de la neurona bipolar; ésta, a su vez, afecta la función del elemento celular de origen de las fibras del nervio óptico, las neuronas ganglionares. Existen tres tipos de neuronas ganglionares. Dos de ellos participan en el complejo análisis de la visión, y el tercero, que actúa más bien como un "dosímetro de luz", proyecta a regiones del sistema nervioso no directamente vinculadas al análisis de la visión. Una de estas regiones es la porción anterior del hipotálamo, el núcleo supraquiasmático; su correspondiente conexión con la retina es llamada "haz retino-hipotalámico".

Hace quince años se realizó la crucial verificación de que lesionando el núcleo supraquiasmático desaparecían la casi totalidad de los ritmos diarios. En realidad

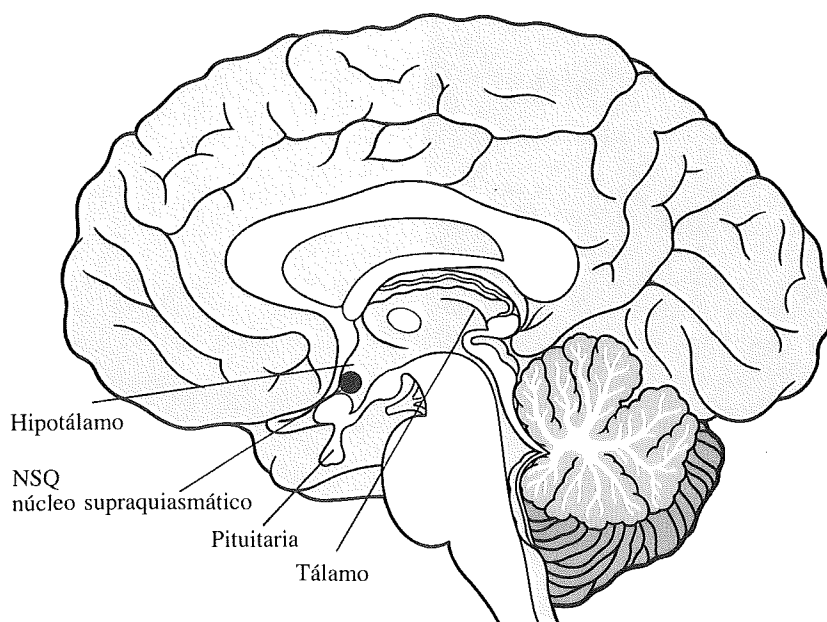


Fig. 1 Localización en el encéfalo de las principales estructuras anatómicas relacionadas con el estudio de los relojes y calendarios biológicos.

es más correcto hablar de ritmos circadianos (del latín *circa*, aproximadamente y *dies*, día) ya que se ha mostrado que los períodos de los relojes biológicos liberados de una sincronización externa (*free-running*) adoptan períodos sólo próximos al del reloj geofísico, es decir, la rotación diaria de la tierra. (Véase "Heliotropos en cautiverio".)

La mencionada lesión del núcleo supraquiasmático ha sido experimentada en numerosas especies animales incluidos primates cercanos al hombre (figura 2). Por otra parte, la estimulación eléctrica de este núcleo hipotalámico produce modificaciones en el período del ritmo de diversas funciones orgánicas. Quizá la evidencia más espectacular sobre la participación del núcleo supraquiasmático en la regulación de ritmos circadianos la ha dado la reversión de la desincronización post-lesión nuclear por trasplantes de núcleo supraquiasmático fetal en animales adultos. Debe notarse que existen ciertos ritmos circadianos resistentes a la lesión del núcleo supraquiasmático, por lo que se supone que núcleos cerebrales adicionales participan en la superestructura controladora de los osciladores circadianos.

Es entonces lógico que exista una proyección nerviosa directa desde la retina al núcleo supraquiasmático: la secuencia de luz-oscuridad detectada en la retina produce sincronización de la oscilación interna a la hora local. Las intensidades luminosas requeridas para la sincronización varían con la especie. En roedores de vida nocturna como la rata, las intensidades de

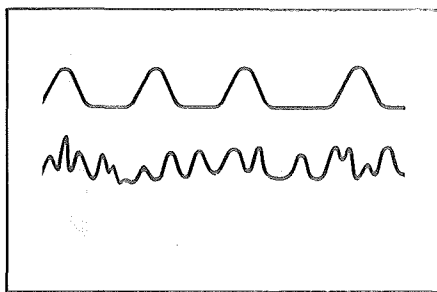


Fig. 2 Ritmos biológicos en la rata, en períodos de luz (zona blanca) y oscuridad (zona grisada). El animal presenta normalmente una periodicidad de 24 horas en condiciones alternadas de luz y oscuridad, y de aproximadamente 24 horas en la oscuridad permanente (curva superior). Si se lesiona el núcleo supraquiasmático, desaparecen los ritmos circadianos (curva inferior).

luz son mucho menores que para un animal casi siempre diurno como el hombre. En nuestra especie los ritmos circadianos requieren intensidades luminosas grandes (mayores que las provistas por la iluminación artificial común) para modificarse. Es así que el sistema circadiano humano es relativamente insensible a la radical modificación de nuestro medio ambiente introducida por la iluminación artificial.

¿Cuáles son las etapas posteriores que median la función sincronizadora de las neuronas del núcleo supraquiasmático sobre otros ritmos biológicos? Desde este núcleo se originan dos tipos de proyecciones funcionalmente individualizables. Una de estas proyecciones está dirigida a las zonas del hipotálamo basal que controlan la función del "director de orquesta" del sistema endocrino: la glándula hipófisis. La secreción rítmica circadiana de hormonas adenohipofisarias como la adrenocorticotropina y la tirotropina, que condiciona ritmos en la actividad secretoria suprarrenal y tiroidea con efectos metabólicos generalizados, contribuye a que la señal circadiana proveniente del *master-clock* (reloj maestro) llegue a cada célula del organismo y sincronice la expresión del reloj celular. La segunda proyección del núcleo supraquiasmático se dirige hacia las zonas de control de la actividad simpática. A través de estas conexiones, el sistema simpático adquiere una señal circadiana que a su vez distribuye por la casi totalidad de los sistemas del organismo.

Ambas proyecciones tienen un alto grado de redundancia: por ejemplo, en distin-

HELIOTROPOS EN CAUTIVERIO

El hecho de que los relojes circadianos (el oscilador construido en el genoma de cada célula) expresen el tiempo a pesar de estar expuestos a un medio ambiente constante, es conocido desde hace más de 250 años. En 1729, el astrónomo francés Jean Jacques d'Ortous de Mairan observó que heliotropos encerrados en un armario oscuro seguían presentando el ritmo de 24 horas en el movimiento de sus hojas a pesar de haber desaparecido la señal ambiental que aparentemente lo inducía. La conclusión de de Mairan fue que existía un reloj interior que regulaba la conducta del vegetal. Cien años más tarde se demostró que bajo condiciones de constancia del medio ambiente luminoso las hojas del heliotropo no se abren exactamente cada veinticuatro horas sino que muestran un período de aproximadamente veintitrés horas (*free-running* del ritmo, es decir, oscilación según su ritmo

propio, sin sincronización externa). Esta es la base para llamar circadianos a estos ritmos: en condiciones de constancia ambiental muestran un período de "circa-24 horas", no de 24 horas exactas.

El experimento de de Mairan fue adaptado al hombre mediante el diseño de cámaras ambientales donde todas las señales periódicas (luz a través de ventanas, relojes, radio, TV) habían sido eliminadas. También se obtuvo información de interés del estudio de los ritmos biológicos en espeleólogos aislados en cuevas durante largos períodos. Un experimento típico en cámara de aislamiento consiste en dar al individuo durante los primeros días información temporal normal, que luego se interrumpe permitiendo que en adelante el sujeto seleccione su propio ritmo de actividad. En estas condiciones la actividad sigue siendo rítmica y es autoevaluada como normal. Sin embargo

los ritmos circadianos (temperatura corporal, vigilia-sueño, la concentración de diversas hormonas plasmáticas) comienzan a mostrar un período de aproximadamente veinticinco horas. Así, por ejemplo, el comienzo del sueño se retrasa, con respecto al mundo exterior, en aproximadamente una hora por día, y lo mismo ocurre con las otras funciones rítmicas tabuladas. Es de destacar que aunque el sistema circadiano está en condiciones de *free-running* la relación temporal entre los distintos ritmos biológicos se conserva: los parámetros fisiológicos y de conducta que se dan durante el "día subjetivo" del individuo en condiciones de constancia ambiental muestran una relación normal con aquellos de la "noche subjetiva". La única modificación observada en estas circunstancias es que esta actividad rítmica ha dejado de ser sincrónica con la rotación de la Tierra.

tos trabajos realizados en colaboración con el Dr. Horacio Romeo hemos demostrado que las proyecciones simpáticas afectan a su vez la secreción de la mayoría de las hormonas hipofisarias y de diversas hormonas como las tiroideas. El objetivo final de estos variados mecanismos es simple: en primer lugar, lograr que la anarquía de osciladores primarios, reducibles a la unidad celular, adquiera organización jerárquica creciente e integración armónica entre sí (función del núcleo supraquiasmático); en segundo término, ajustar esta armonía de oscilaciones a la variación local de la rotación terrestre.

Ahora bien, ¿cuál es la ventaja, si es que existe alguna, de esta particular organización temporal circadiana del organismo? La contestación a este interrogante es especulativa. Cuando en 1926 Walter Cannon, un insigne fisiólogo estadounidense, acuñó el término "homeostasis" para describir sistemáticamente aquellos mecanismos especializados únicos de los seres vivos, que preservan el equilibrio interno ante un mundo variable, sentó las bases para entender las conductas reactivas de los sistemas fisiológicos. En el trabajo donde Cannon empleó el término "homeostasis" por primera vez, ilustró este concepto con el mecanismo regulador de la concentración de glucosa. Según Cannon ésta varía en el plasma entre 70 y 130 mg/100 ml (los valores provistos por los métodos de la época); por arriba o debajo de estos valores "homeostáticos" se ponen en marcha diversos mecanismos regulatorios. Es decir, dichos mecanismos homeostáticos sólo inician la corrección cuando hay un disturbio del sistema, nunca los preceden. Son así típicamente reactivos.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que muchos de estos mecanismos correctivos tienen una latencia prolongada antes de comenzar a ejercer sus efectos. Por ejemplo, si se necesita la síntesis de una nueva proteína, se observará un retardo de una a dos horas; si hay un efecto hormonal interpuesto, este tiempo es muchas veces mayor. Un significativo aporte del sistema circadiano es la predicción de la variable ambiental y la preparación anticipatoria de la respuesta fisiológica, siempre, por supuesto, que la variable ocurra periódicamente. En estas circunstancias el sistema no tiene por qué recurrir a la respuesta reactiva. El ejemplo siguiente puede explicar qué queremos decir.

Supongamos que un pequeño mamífero con actividad y conducta de búsqueda de alimentos diurnas halla dichos alimentos a una distancia de dos horas del sitio donde se refugia durante la noche para escapar de



su predador. Esta situación hace imprescindible para el animal el predecir la caída de la noche con unas dos horas de adelanto. Podría hacerlo por la posición del sol o por otras variables ambientales como la temperatura. Pero, sin embargo, la existencia de nubes o la gran variación de la temperatura ambiental, pueden hacer de valor relativo tales mecanismos. Es entonces de extrema utilidad para la sobrevivencia del animal el poseer un sistema temporal construido en el organismo, que le permita la predicción temporal sin tener que depender de la lectura de señales externas. El sistema circadiano es ideal para cumplir esta función: podríamos tener una idea suficientemente precisa de la hora del día con sólo analizar nuestra estructura circadiana, y sin consultar nuestro reloj pulsera.

En el hombre, distintos ritmos circadianos muestran esta conducta anticipatoria. La temperatura corporal y el ritmo de hormonas plasmáticas como el cortisol se modifican horas antes del despertar; nuestro sistema digestivo se pone en marcha tiempo antes de la hora habitual de la comida; nuestro sistema cardiovascular se prepara de antemano para un cambio obvio cada noche, la modificación postural.

Lo que la evolución ha seleccionado es un sistema circadiano confiable pero a la vez flexible como para ser resincronizado ante una nueva situación experimental. Este sistema tiene una inercia inherente importante. Así en el ejemplo del *jet-lag* planteado al comienzo de este artículo, sólo cinco o seis días después de un cambio en las condiciones ambientales, y suponiendo que éste se mantenga, se adapta el sistema a la nueva situación horaria; un ciclo alterado luz-oscuridad esporádico (una "cana al aire") no resincroniza nuestro reloj.

Una de las más importantes diferencias

entre la organización circadiana de los primates y la de la mayoría de los vertebrados es el grado de consolidación del ciclo vigilia-sueño. Sólo en los primates el sueño está confinado por el sistema circadiano a la fase de noche subjetiva. Este hecho seguramente representó un aspecto esencial en el proceso de desarrollo del intelecto humano ya que es difícil imaginar la humanización sin la posibilidad de una concentración permanente durante la vigilia, no interrumpida por "siestas" intermitentes, como por ejemplo ocurre en el caso de nuestro perro o nuestro gato. La respuesta correctiva a la fatiga inducida por un período extendido de vigilia es el sueño. Sin embargo, y aún en el caso de la condición sincronizada, si la clave temporal ambiental se altera (por ejemplo, una noche sin dormir) el ritmo de sueño-vigilia se adecuará a la información ambiental recibida durante los ciclos previos.

¿Qué pasa si se mantiene a un voluntario adaptado a una cámara de aislamiento en condiciones ambientales constantes despierto por una noche y es así privado del episodio normal de reposo? Si terminamos el período de privación de sueño precisamente a la hora en que el individuo normalmente se despertaría, la respuesta homeostática reactiva (dormir) entraría en conflicto con la respuesta homeostática predictiva (despertar). Es interesante que este sujeto, aun cuando duerma cortas siestas durante las horas siguientes, sólo muestra sueño normal en el momento en que le correspondería en el siguiente ciclo. En otras palabras, la respuesta homeostática predictiva modifica marcadamente la respuesta reactiva ante la vigilia prolongada.

Debe notarse que la respuesta a los hipnóticos durante la fase del día subjetivo es, en estos individuos, normal. Por lo tanto, la imposibilidad de conciliar el sueño normal durante dicho período no depende de insensibilidad a la inducción hipnótica. En este sentido los agentes hipnóticos corresponden a una de dos categorías: aquellos que cambian la fase oscilatoria del reloj circadiano y aquellos que no lo hacen. Existe así la posibilidad de utilizar drogas que cambien el ritmo de oscilación del reloj circadiano, y por lo tanto la adaptación a un nuevo ambiente. Dentro de esta última categoría se encuentran agentes como las benzodiazepinas (del tipo Valium) o la hormona pineal melatonina, que actúan sobre neuronas centrales que utilizan ácido gamma-aminobutírico (GABA) como neurotransmisor.

El conocimiento de la estructura rítmica circadiana es de extraordinaria importancia médica. Existe

RELOJES BIOLOGICOS Y TRABAJO ROTATIVO

Se estima que unos 60 millones de trabajadores en el mundo están sometidos a turnos rotativos. La alteración más usual que se encuentra en ellos es la del sueño. El cambio frecuente de turnos horarios de trabajo lleva a la colisión entre la respuesta reactiva homeostática, ante la carencia de sueño reparador, y el ritmo circadiano de sueño. Se cree además que el ritmo de temperatura corporal influye significativamente en la inducción del sueño, y que la disminución de la misma durante la noche determina cuánto y cómo dormimos.

En aquellos trabajadores rotativos en los que se desfasa la vigilia del ritmo de



temperatura corporal, el rendimiento mínimo ocurre en las horas de la madrugada. No es de extrañar, entonces, que una alta proporción de accidentes laborales se

produzca en esos momentos. Los accidentes nucleares de Chernobyl en la Unión Soviética y de Three Mile Island en los Estados Unidos, así como el escape de gas tóxico en la planta de Bhopal, en la India, ocurrieron en horas tempranas de la mañana.

Quizás el punto más importante a destacar sea el siguiente: en muchos casos, no se observan signos externos de sueño en las personas obligadas a enfrentar durante una vigilia tediosa la disminución de su temperatura corporal, pese a que el estudio electroencefalográfico revela que efectivamente están dormidos (episodios de "microsleep"). Estos estados no son percibidos, en ocasiones, ni siquiera por el propio individuo. De allí la trascendencia de evitar este "asalto" a los ritmos biológicos en el caso, por ejemplo, de tripulaciones aéreas, conductores de vehículos o médicos de guardia.

abrumadora evidencia sobre la respuesta diferencial a fármacos de acuerdo al momento del ritmo diario en que se administran. No sólo la dosis absoluta de una droga varía con la hora del día en que se administra, sino que en muchas oportunidades sus efectos colaterales indeseados pueden ser minimizados. Esta información es provista por una rama especializada de la Farmacología: la Cronofarmacología. No escapará al lector la importancia que esto reviste: el administrar la misma dosis de un medicamento "tres veces por día" sin fundamento cronofarmacológico implica simplemente una aberración terapéutica.

Un aspecto importante a considerar es el problema de la resincronización del reloj circadiano frente a condiciones ambientales variables. Por ejemplo, se calcula que un 20% de la población laboral se encuentra en condiciones de trabajo rotativo con cambios periódicos y frecuentes de turnos diurnos y nocturnos.

En vista de la inercia antes discutida en el proceso de resincronización, no es de extrañar que una profusa patología psicosomática acompañe a esta situación laboral rotativa. Este problema ha sido estudiado experimentalmente, y representa, en última instancia, una situación de conflicto entre la predicción y la realidad. Así,

por ejemplo, si el trabajador rota semanalmente de turnos de días a turnos nocturnos y luego a turnos vespertinos, su rutina es semejante a trabajar una semana en Buenos Aires, una semana en Sidney y una semana en Johannesburgo. Nótese que esta situación extrema lleva al conflicto antes mencionado entre la respuesta homeostática reactiva (dormir) y la predictiva dictada por la sincronización previa del ritmo biológico de sueño. Se explica entonces la alta incidencia de accidentes laborales en estas circunstancias. Existe, por lo tanto, gran interés en la posibilidad de resincronizar el reloj biológico a las nuevas situaciones ambientales.

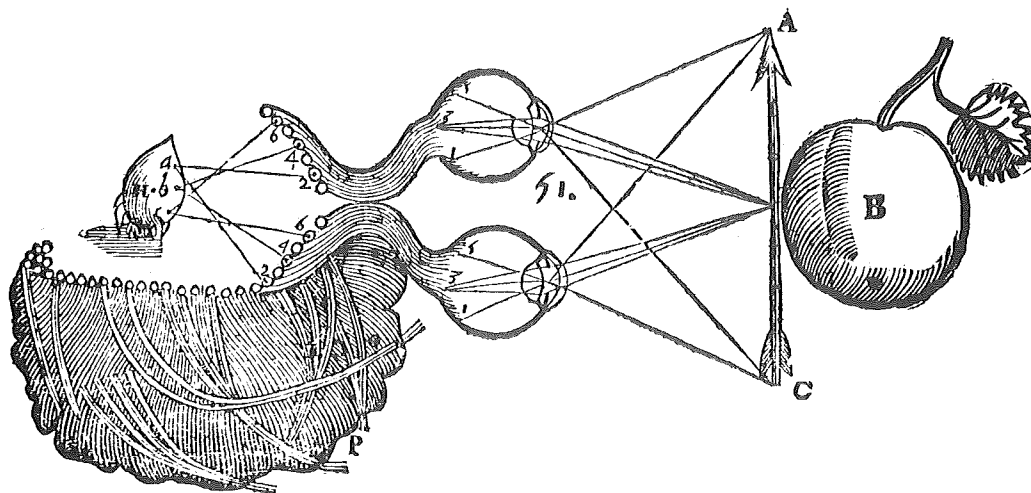


Fig. 3 Para Descartes, el cuerpo humano opera según principios mecánicos y se vincula con el alma inmortal a través de la glándula pineal (H). En la figura, ella actúa como vehículo intermedio de la sensación de visión. (Del *Tratado del hombre*, publicado en 1664, después de su muerte.)

Uno de los mecanismos que ha despertado gran interés es la utilización de intensidades de luz artificial que remeden las encontradas en el exterior soleado en horas del mediodía. Recuérdese que sólo ante estas intensidades de luz es sensible el reloj circadiano humano; de esta manera se induce la resincronización del reloj circadiano a la nueva situación. En el cuadro conocido como SAD o enfermedad afectiva estacional, consistente en una depresión que se manifiesta en el otoño e invierno (el caso II mencionado en el comienzo de este artículo), la aplicación diaria de luz en horas matutinas ha demostrado ser de valor terapéutico. Resulta interesante señalar que una característica de estos enfermos deprimidos es la disminución en amplitud de diversos ritmos biológicos como la temperatura corporal y la secreción hormonal; es como si no estuvieran ni totalmente dormidos ni totalmente despiertos. La luz artificial matutina generaría una señal circadiana poderosa que amplificaría estos ritmos, resultando en la mejoría del estado afectivo. (Véase "Trastornos afectivos estacionales y fototerapia".)

En el caso de los trabajadores de turnos rotativos o en las tripulaciones aéreas y pasajeros de vuelos trasmeridianos que necesitan una resincronización inmediata, no es posible la aplicación de la luminoterapia, que es en sí un proceso gradual. Para que la luz artificial sea más efectiva que los



cinco o seis días de rigor del *jet-lag* corriente, la resincronización de un pasajero que vuela desde Australia a Buenos Aires (12 husos horarios) requiere una cámara de aislamiento en condiciones iniciales de constancia y luego con el esquema de iluminación de la hora local. La primera fase de aislamiento (unas 48 horas) "achata" los ritmos del individuo y prepara el reloj circadiano para la resincronización. Es como llevar al individuo al Polo Sur y luego colocarlo inmediatamente en el lugar del globo (o sea régimen horario) seleccionado. Un recurso alternativo es resincronizar el reloj

circadiano con drogas que cambian el período de oscilación del núcleo supraquiasmático, como la melatonina, que luego analizaremos.

Nuestro sistema rítmico no sólo tiene reloj sino también calendario. Ya en los escritos hipocráticos se destaca la importancia que tiene en la práctica médica el correcto conocimiento de los climas y la estación del año. No es difícil imaginar que una exitosa adaptación al medio ambiente en el que se compete con nutrientes siempre limitados significa optimizar los procesos de gran consumo de energía como la reproducción. Es así que la casi totalidad de las especies presentan apareamiento estacional. Tomemos por ejemplo la oveja; ésta es un apareador de días cortos que muestra actividad sexual ante el acortamiento de los días en el otoño, tiene su preñez en el invierno y nace el cordero en la primavera. Este cronograma asegura que, por una parte, la madre puede alimentar al recién nacido adecuadamente ya que existe un nivel de pasturas acorde con la lactancia y, por otra, que luego del destete, unos meses después, el clima del verano permita al borrego una adecuada sobrevivencia en su hábitat natural. Es claro que la señal más adecuada para transmitir al sistema circadiano la información sobre la época del año, es la duración del fotoperíodo. Esto, por supuesto, es válido para especies

TRASTORNOS AFECTIVOS ESTACIONALES Y FOTOTERAPIA

Las enfermedades afectivas estacionales se caracterizan por desórdenes emocionales (depresión, manía) que se presentan regularmente durante ciertas épocas del año. Este cuadro fue descrito en el siglo pasado por Esquirol y Kraepelin y "redescubierto" a comienzos de esta década por Rosenthal, Wehr y colaboradores en los Institutos Nacionales de Salud, EE.UU. Al comienzo de este trabajo hemos planteado un típico caso de depresión en otoño-invierno seguida de remisión en primavera y verano. Se trata en un 85% de mujeres en la tercera década de la vida con depresiones que duran unos cinco meses. En un alto porcentaje de los casos existen antecedentes de un cuadro de manía durante los meses de primavera y verano, constituyendo así lo que se denomina enfermedad afectiva bipolar.

Las depresiones son, generalmente, moderadas. Se observan signos vegetativos tales como incremento del apetito—en particular por carbohidratos—, aumento

de peso, somnolencia, problemas de relación y disminución de la capacidad de trabajo. La característica más importante de este cuadro es su respuesta a los cambios en la iluminación ambiental o el clima. Aquellos pacientes que han vivido en diferentes latitudes relatan que su depresión aumentaba o disminuía según se alejaban o acercaban al Ecuador.

Lewy y colaboradores observaron en 1980 que la secreción de melatonina en el hombre puede ser suprimida por medio de luz artificial brillante de intensidad considerablemente superior a la de la luz utilizada para la iluminación artificial común; posteriormente, varios grupos de investigadores demostraron que la extensión de las horas de luz del día en las mismas condiciones era beneficiosa para los cuadros afectivos estacionales. Los dispositivos de iluminación que se utilizan para el tratamiento constan de seis a ocho tubos fluorescentes de 40 watts montados sobre una superficie reflectora y una pantalla

traslúcida en el frente. Los pacientes son colocados de modo que enfrenten a la pantalla luminosa a una distancia de aproximadamente un metro; de esta manera son expuestos a la cantidad de luz que recibirían si miraran el exterior a través de una ventana en un mediodía de verano, esto es, alrededor de 2.500 lux. Durante todo el tiempo de exposición los pacientes deben mirar cinco segundos de cada minuto a la fuente luminosa. Dos a cuatro horas de tratamiento por la mañana producen la remisión del cuadro hacia el cuarto o quinto día de tratamiento. También se han observado efectos beneficiosos al aplicarse el tratamiento durante la tarde.

No se sabe aún como actúa la fototerapia. Hay dos teorías para explicar su efecto antidepressivo; una de ellas sostiene que lo logra al inhibir la secreción de la melatonina; la otra, que lo hace por medio de la corrección de ritmos circadianos desincronizados.

que se desarrollan en zonas alejadas del Ecuador. Sobre el Ecuador la estacionalidad de la reproducción depende de factores aún no adecuadamente caracterizados.

La especie humana no escapa al fenómeno estacional de la reproducción. (Véase "Los nacimientos y la hormona de la oscuridad".) Las estadísticas sobre nacimientos indican una evidente estacionalidad del proceso reproductivo, con máxima actividad durante el verano. Si se computan los nacimientos múltiples, que son indicativos de sobreestimulación ovárica y por lo tanto independientes de factores sociales como la frecuencia de relaciones sexuales, las diferencias estacionales son aún más significativas. Estos estudios han sido realizados predominantemente en poblaciones del hemisferio norte, y en las zonas periárticas (países escandinavos, península del Labrador). La edad de la primera menstruación tiene también una incidencia estacional, con máximos en la primavera y verano. Es interesante señalar que la estacionalidad en el proceso reproductivo se observa en la mujer exclusivamente, siendo el hombre esencialmente acíclico en este sentido.

La estructura neuroendocrina central en el proceso de la estacionalidad reproductiva es la glándula pineal. Este pequeño órgano cerebral, que se calcifica en el humano adulto, ha constituido durante siglos un misterio, y sólo recientemente ha dejado de pertenecer al incómodo grupo de órganos en búsqueda de una función. Descrita por Herófilo de Alejandría en el siglo III a.C., sitio de expresión del alma para Descartes en el siglo XVII (figura 3), inició un eclipse prolongado hasta que una serie de experimentos inequívocos en el hamster llevados a cabo por el fisiólogo estadounidense Russel Reiter en la década del 70 indicaron su función central. Puede decirse que la glándula pineal, si bien no necesaria para la sobrevivencia del individuo, lo ha sido para la de la especie. En todas las especies fotoperiódicas en las que se estudia el efecto de la pinealectomía se ha observado la desincronización de la actividad reproductiva con la época correspondiente del año para optimizar la reproducción. Es decir esta lesión vuelve al animal "ciego neuroendocrino" sin disminuir en absoluto su capacidad visual. ¿Cómo ocurre este fenómeno?

La glándula pineal es un órgano secretorio, endocrino, que produce una hormona, la melatonina (5-metoxi-N-acetilriptamina, cuya fórmula estructural se indica en la figura 4) con una particularidad: su secreción es nocturna en todas las especies estudiadas y en general es un indicador de la duración de la noche. En los mamíferos la melatonina se produce en cantidades significativas sólo en dos estructuras: la glándula pineal, según lo demostrara Julius Axel-

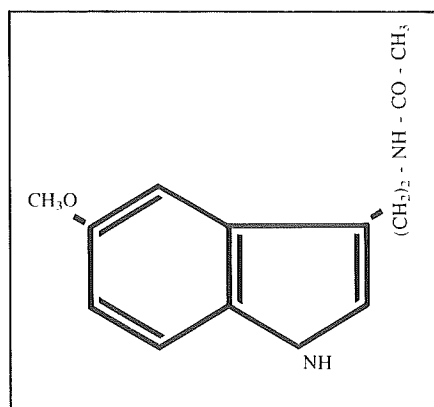
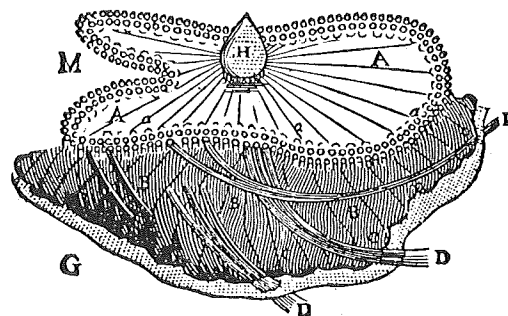


Fig. 4 Fórmula estructural de la melatonina (5-metoxi-N-acetilriptamina), hormona producida por la glándula pineal que, a nivel del núcleo supraquiasmático del hipotálamo, afecta el período oscilatorio del reloj circadiano y los ritmos de la reproducción.

rod en 1960, y la retina, como fuera demostrado en nuestro laboratorio en 1971. La melatonina se libera hacia la circulación general y actúa primariamente en el sistema nervioso central, particularmente a nivel del núcleo supraquiasmático. Es a este nivel que la melatonina afecta el período oscilatorio del reloj circadiano y afecta los ritmos reproductivos.

En 1978, y en colaboración con la Dra. María Irene Vacas, describimos la presencia de receptores específicos para la melatonina en el sistema nervioso central, particularmente en áreas hipotalámicas. Estas observaciones han sido confirmadas y extendidas en diversos laboratorios, y mediante modernas técnicas radioautográficas se ha observado la localización de estos sitios receptores en el núcleo supraquias-



La glándula pineal, según el *Tratado del hombre* de Descartes.

LOS NACIMIENTOS Y LA "HORMONA DE LA OSCURIDAD"

En países del extremo norte del globo la actividad del eje hipófiso-ovárico y la incidencia de concepción en poblaciones humanas disminuyen durante los meses oscuros del año. Es posible que en tales regiones, que tienen un fuerte contraste estacional de la luminosidad, sea la melatonina —la "hormona de la oscuridad"— como en muchas otras especies animales, la señal endocrina que regula el fenómeno. En estudios comparativos entre verano e invierno realizados en Finlandia por A. Kauppila y colaboradores, y publicados en noviembre de 1987, se observó una secreción y excreción aumentada de melatonina durante el invierno, en coincidencia con la disminución de hormonas ováricas. El

pulso nocturno de melatonina en el plasma se extiende por unas horas en la mañana durante la noche invernal. Es posible que durante el invierno, debido a la corta duración del día (3-4 horas) y a la baja intensidad de la luz causada por la incidencia oblicua propia de los 65° de latitud norte, la recepción de luz sea insuficiente para suprimir la secreción de melatonina. Esta puede ser la señal que desencadena la involución gonadal estacional. Esta circunstancia lleva a pensar que, aunque el planeamiento familiar se determina por factores sociales, existe también una base biológica que permite explicar una diferencia estacional de los nacimientos en los países escandinavos.



mático. También en colaboración con la Dra. Vacas y la Lic. Ruth Rosenstein hemos examinado varios aspectos del mecanismo de acción de la melatonina, en particular los posibles mensajeros intracelulares participantes. Estos resultados indican que la melatonina participa como señal modu-

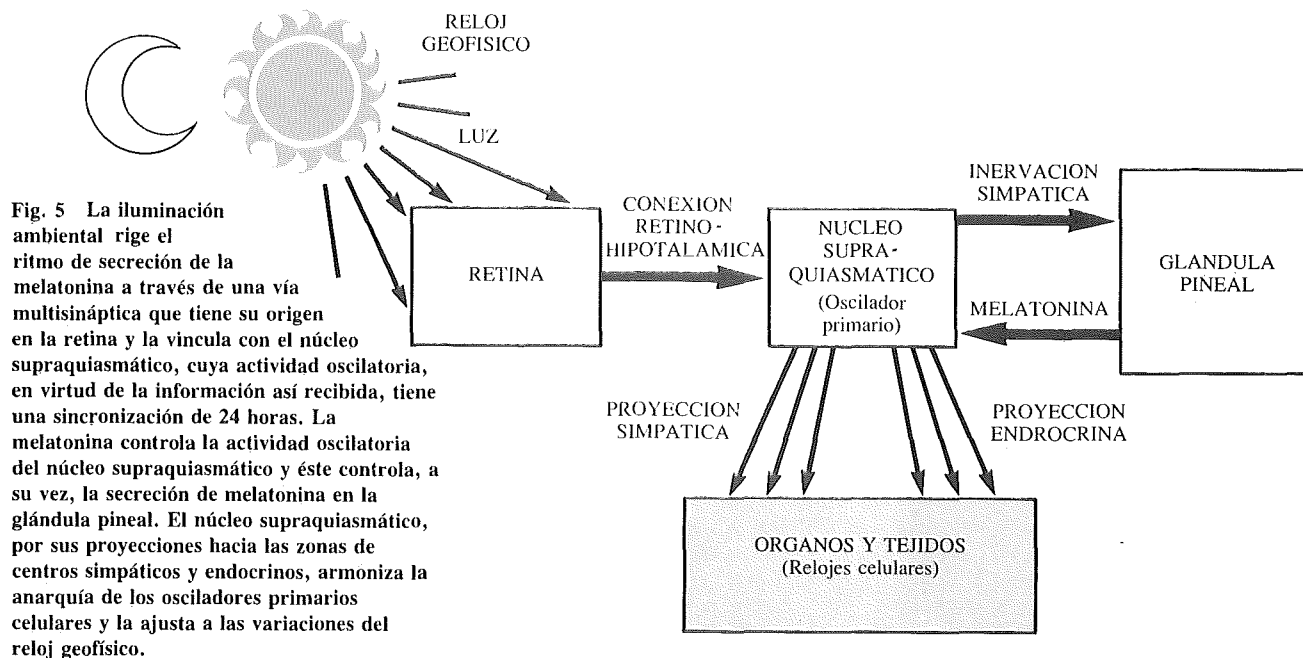
latoria en la liberación de neurotransmisores como el ácido gamma-aminobutírico.

Es interesante señalar que el ritmo secretorio de melatonina está vinculado a la iluminación ambiental por una vía multisináptica que comienza en la retina e implica la conexión retinohipotalámica y el núcleo supraquiasmático. Es decir, la melatonina no sólo controla la actividad oscilatoria del núcleo supraquiasmático, sino que es controlada en su biosíntesis por el oscilador. Desde el núcleo supraquiasmático la información lumínica alcanza la glándula pineal principalmente a través de su innervación simpática (figura 5). Mediante sensibles procedimientos de radioinmunoanálisis puede determinarse la concentración de melatonina en plasma, saliva u orina. Estos niveles muestran una marcada oscilación diaria con máximos nocturnos.

Ha sido inequívocamente demostrado que la melatonina es la hormona pineal participante en el proceso de sincronización estacional. En animales pinealectomizados la perfusión de melatonina en dosis y períodos de tiempo que reproducen exactamente los niveles plasmáticos de la época de apareamiento, induce la conducta sexual.

Veamos, entonces, cuál es el tipo de señal que transmite al sistema circadiano la información sobre la época del año. Ya mencionamos que la señal más adecuada es la duración del fotoperíodo. Un sistema que compute horas diarias de luz podría cumplir esta función registrando cada día los pocos minutos de aumento o disminución del fotoperíodo. Nótese que esta posibilidad sería poco económica, ya que im-

Intermediación de la glándula pineal entre el alma y la sensación de calor en la concepción cartesiana. (Del *Tratado del hombre*.)



plica la existencia de un sistema muy sutil, capaz de computar continuamente una variable que consiste en diferencias de períodos de luz seguramente muy afectadas por un importante “ruido de base”. Otra estrategia, la que ha prevalecido, implica la coincidencia en determinada época del año de dos ritmos circadianos monitoreados por el sistema neuroendocrino: el de altos niveles plasmáticos de melatonina y el de sensibilidad hipotalámica a dicha hormona. El sistema debe protegerse de la ambigüedad que se da cuando coincide la duración del fotoperíodo en dos épocas del año separadas por seis meses.

Como fuera demostrado por la Dra. Vacas en nuestro laboratorio en 1979, la mencionada fase de sensibilidad cerebral se manifiesta bioquímicamente mediante una in-

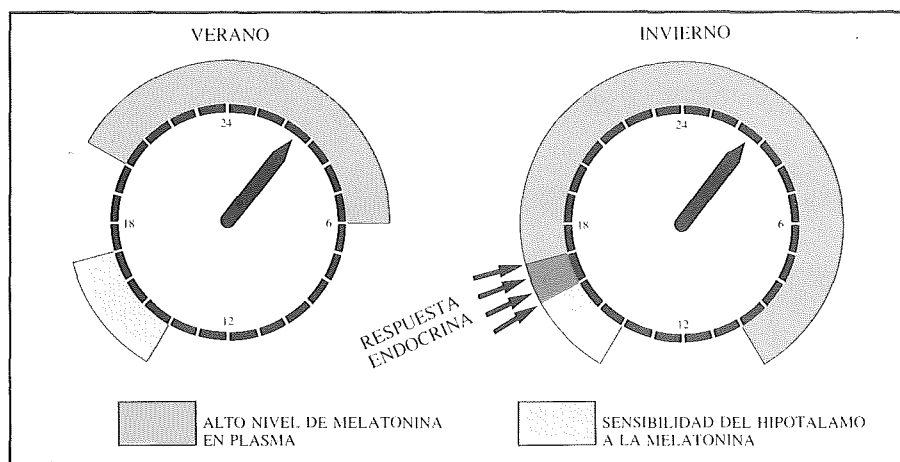


Fig. 6 El ritmo anual de la respuesta gonadal está dado en la superposición de dos ritmos circadianos: el de alto nivel de melatonina en plasma y el de la sensibilidad hipotalámica a dicha hormona. El caso presentado corresponde a un apareador de días cortos, como la oveja.

LOS VIAJES TRANSMERIDIANOS Y LA MELATONINA

En los últimos tiempos se ha despertado un considerable interés acerca del uso de la melatonina como un “dador de tiempo” (*zeitgeber*) circadiano para el tratamiento de la desincronización producida tanto por los viajes aéreos transmeridianos (*jet-lag*) como por los turnos de trabajo rotativo.

Recientemente J. Arendt y colaboradores realizaron en Gran Bretaña un experimento controlado de “doble ciego” sobre la efectividad de la melatonina *versus* placebo para aliviar el cuadro de *jet-lag* luego de un vuelo de 8 husos horarios desde Los Angeles a Londres. La melatonina (5 mg) o el placebo fueron administrados en cápsulas a las 18.00 hs. durante tres días antes de comenzar el vuelo, y a las 22.00-24.00 hora local de los cuatro

días subsiguientes al arribo. Se registraron tests previos y posteriores, bioquímicos y psicológicos, en los diecisiete voluntarios que participaron del estudio. También se evaluó la presencia del cuadro del *jet-lag* (insomnio, cambios emocionales).

Seis de los nueve sujetos que tomaron placebo presentaron signos severos de desincronización. Ninguno de los ocho que tomaron melatonina presentaron cuadros graves o moderados de *jet-lag* y sólo se observaron signos leves. Dentro de los confines del protocolo del estudio de Arendt y colaboradores, la melatonina alivió claramente la sintomatología subjetiva del *jet-lag*, cuya manifestación primordial fue la modificación del ritmo sueño-vigilia.

tensificación en los mecanismos mediados por el receptor de melatonina. La superposición de niveles elevados de melatonina en la circulación sanguínea con esta sensibilidad particular a la hormona induce la respuesta endocrina (figura 6). La posible aplicación de este fenómeno al control de la reproducción en especies animales de valor económico reviste gran importancia.

Existen también otras promisorias aplicaciones terapéuticas para la melatonina. En el núcleo supraquiasmático la melatonina cambia el período del oscilador, como lo indica la resincronización de ritmos en animales de experimentación mantenidos en condiciones ambientales constantes. Este efecto se media a través de la modificación de la actividad interneuronal GABAérgica de este territorio, como recientemente ha demostrado la Lic. Ruth Rosenstein en nuestro laboratorio. La resincronización por melatonina del oscilador circadiano ha sido experimentada en episodios de *jet-lag*. (Véase “Los viajes transmeridianos y la melatonina”.) El autor de este artículo ha controlado también su propio cuadro de *jet-lag*, mencionado en el ejemplo inicial, mediante el uso de melatonina. La hormona pineal melatonina es así la primera de una serie de manipulaciones farmacológicas que, sin provocar signos objetivos de sedación, puede optimizar la adaptación de poblaciones humanas a cambios en los sincronizadores ambientales.



LECTURAS SUGERIDAS

- ARENDT J. y BROADWAY J., “Light and melatonin as zeitgebers in man”, *Chronobiology International*, vol. 4, págs. 273-282, 1987.
- CARDINALI D.P., *Manual de Neuro Fisiología*, ed. del autor, Buenos Aires, 1988.
- CARDINALI D.P. y VACAS M.I., “Cellular and molecular mechanisms controlling melatonin release by mammalian pineal gland”, *Cellular and Molecular Neurobiology*, vol. 7, págs. 323-338, 1987.
- CIPOLLA-NETO J., MARQUES N. y MENABARRETO L.S. (eds.), *Introdução ao Estudo da Cronobiologia*, Icone Editora, San Pablo, 1988.
- KAUPPILA A., KIVELA A., PAKARINEN A. y VAKKURI O., “Inverse seasonal relationship between melatonin and ovarian activity in a region with a strong seasonal contrast in luminosity”, *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, vol. 65, págs. 823-828, 1987.
- MOORE-EDE M.C. y RICHARDSON G.S., “Medical implications of shift-work”, *Annual Review of Medicine*, vol. 36, págs. 607-617, 1985.
- ROSENSTEIN R.E. y CARDINALI D.P., “Melatonin increases in vivo GABA accumulation in rat hypothalamus, cerebellum, cerebral cortex and pineal gland”, *Brain Research*, 398, págs. 403-406, 1986.

Movimientos en andante, ma non troppo

El temario involucrado en el artículo "Los relojes biológicos" incluye aspectos que remiten, por una parte, a cuestiones neurológicas y, por otra, a consideraciones habitualmente formuladas desde el campo de la psicología. CIENCIA HOY consideró oportuno convocar a cuatro especialistas para debatir el problema de los encuentros y desencuentros actuales entre las neurociencias y la psicología. Los invitados fueron Patricio Garrahan, biofísico (Instituto de Química y Físicoquímica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires), Luis María Zieher, neurofarmacólogo (Departamento de Farmacología y Toxicología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires), José Töpf, psicólogo clínico (Facultad de Psicología de la Universidad de Buenos Aires) y Ricardo Rodulfo, psicoanalista (Facultad de Psicología de la Universidad de Buenos Aires).

Garrahan

A modo de introducción señalo que en la actualidad, en mi opinión, se está originando una convergencia entre las neurociencias y la psicología. Se produce, por ejemplo, el reemplazo de una neurofisiología que no pretendía incursionar en las funciones mentales superiores por neurociencias que abordan niveles tradicionalmente asociados con el terreno de la psicología. Creo que el avance del conocimiento, en este aspecto, rompe las barreras entre disciplinas. Podría citar, por ejemplo, el caso del MIT, cuyo Departamento de Ciencias Cognitivas incluye psicólogos, neurobiólogos y expertos en inteligencia artificial.

Töpf

Coincido en ese punto. El desarrollo actual de la ciencia sobrepasa divisiones que los ámbitos académicos han establecido para la transmisión del conocimiento. Veo un retorno hacia un conocimiento más integral, más universalizado, quizá porque se comprende que el ser humano es una cosa más vasta que esas particiones en las que nos hemos habituado a pensar. Podríamos hablar de "enfoques interdisciplinarios" si entendemos por tal la convergencia de aportes de distintas áreas científicas destinada a conformar una comprensión más cabal y concreta del fenómeno humano. En este proceso

hay además una recuperación de antiguos conocimientos, que fueron desechados por una equivocada concepción de la ciencia. El estudio de los ciclos vitales, a los que hace referencia la nota "Los relojes biológicos", es un ejemplo. La variación de las condiciones anímicas con el transcurso de los días y de los años es conocida desde tiempos muy antiguos, pero no ha sido lo suficientemente legitimada en algunos períodos de la ciencia.



Fotos: Andrés Barragán.

Garrahan

Agregaría, sin embargo, que esa reunificación de áreas del conocimiento se establece en un nivel que vuelve difícil el diálogo por la complejidad de los lenguajes respectivos. Recurriendo a la intuición, una persona medianamente ilustrada podría, tiempo atrás, comprender la mecánica de Newton o la obra de Freud, al menos en sus rasgos esenciales. Hoy esa comprensión requiere conocimientos muy especializados. Ya no basta con la intuición. Creo que ello es un problema realmente serio.

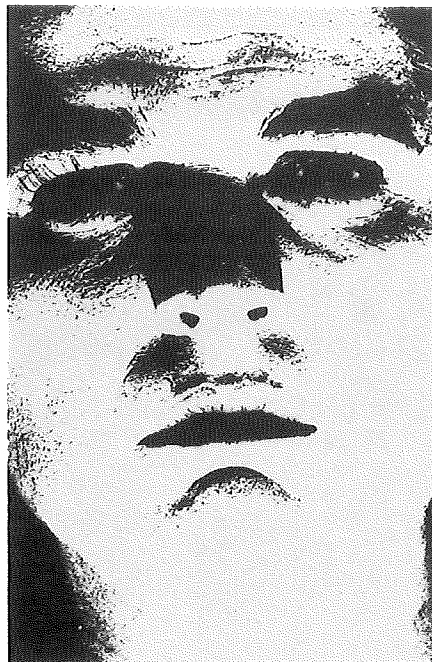
Zieher

Como mi ámbito de trabajo es el de los psicofármacos, me gustaría referirme al problema de cómo vincular sus niveles de acción molecular con el de la experiencia subjetiva. Entiendo que en este punto se solapan estos dos campos, el neurobiológico y el psicológico, en apariencia separados o poco relacionados entre sí. Las benzodiazepinas, o BDZ, mencionadas en el trabajo de Cardinali, que forman parte de los tranquilizantes menores (como el Valium), son ejemplos de fármacos cuyos niveles de acción han sido relativamente bien estudiados. Hay un primer nivel, de carácter bioquímico. Las BDZ se fijan de manera específica a un complejo receptor, el sitio molecular de la acción. Luego tenemos un segundo nivel, neurofisiológico. La fijación

anterior altera el flujo de impulsos en circuitos neuronales específicos del sistema nervioso central. El tercer nivel es cognoscitivo y corresponde al procesamiento de la información. Se establece entonces una comparación entre eventos actuales y eventos esperables. Cuando esa comparación no se adecua a la expectativa, se produce la activación de un sistema inhibitorio de la conducta que suprime la actividad motora, incrementa la alerta y aumenta la tensión con respecto al medio ambiente. Estos efectos, en un cuarto nivel, el de la experiencia subjetiva, son asumidos por el individuo como ansiedad. La alteración que producen las BDZ a nivel fisiológico sobre el sistema inhibitorio de la conducta se manifiesta subjetivamente como un efecto ansiolítico, es decir, el bloqueo del síntoma de ansiedad. Está claro que el conocimiento en profundidad de la acción del fármaco requiere comprender y relacionar cada uno de estos eslabones. En el caso de los antipsicóticos conocemos el nivel de acción bioquímico, pero el resto se desconoce. No podemos, por el momento, comprender en profundidad el modo de actuar de estos fármacos.

Rodulfo

Como psicoanalista me gustaría incluir un punto de vista que podríamos llamar transferencial y que concierne al radio de acción o a la oscilación de los efectos que origina el medicamento. No me refiero solamente a la relación médico-paciente sino, en especial, a la serie inconsciente en la que se ubica el medicamento desde el punto de vista subjetivo. EL paciente podría, por ejemplo, entenderse como el término de una ecuación cuyo otro término es "veneno", con una serie de fantasmas hipocondríacos y paranoides, y ello incidiría en el resultado final de la aplicación del fármaco. En cuanto a la problemática planteada por Garrahan y Töpf, concuerdo en que existe cierta aspiración a la integración del conocimiento en campos muy diversificados de la ciencia. Pero llamaría la atención hacia ciertas convergencias un tanto forzadas que se proponen a veces y que originan falsas totalizaciones o reduccionismos. No creo que la necesidad de volver a reflexionar



sobre la subjetividad en su conjunto, señalada por Töpf, se pueda concebir como el retorno a un campo unificado dada la diversidad de los campos científicos actuales. Ocurriría lo que en psicoanálisis se llama "soportar la paradoja", sin intentar resolverla, es decir, para el caso, sin tratar de limar los desencuentros entre las distintas disciplinas además de reconocer sus convergencias. El psicoanálisis tiene algo que decir al respecto porque es una de las primeras disciplinas que se desacomoda con relación a la partición tradicional: no se ubica cómodamente dentro de la psicología ni de la medicina.

Garrahan

El relato de Zieher me hace pensar que en el futuro podría, tal vez, definirse con precisión un conjunto de fenómenos asociados al proceso mental de ansiedad. Se llegaría a decir, por ejemplo: cuando en tal núcleo celular se produce tal o cual sustancia química se sigue

“El desconocimiento de que nos falta conocimiento suele producir, además de omnipotencia, gruesos errores que pueden costar, a veces, hasta la vida del paciente.”

necesariamente la ansiedad como experiencia subjetiva. Con ello no estaríamos desde luego describiendo "la ansiedad": los investigadores en ciencias naturales hemos abandonado el concepto de sustancia, la intención de explicar la real naturaleza de las cosas. Creo que esto replantea el problema desde el punto de vista psicológico y aquí me estoy ubicando en una posición reduccionista en aras del debate. Hay enfermedades consideradas tradicionalmente como mentales que probablemente sean de origen somático. Si ciertos cuadros de ansiedad o angustia, procesos que según entiendo motivan gran parte de las consultas psicológicas, llegasen a ser caracterizables por mecanismos de nivel somático, ¿no deberían ser excluidos del campo de la psicología? ¿No es igualmente válido corregir el mecanismo defectuoso a nivel somático que hacerlo a nivel de sus manifestaciones? Si lo que le ocurre a un ansioso es que tiene un desequilibrio entre la producción de un determinado neurotransmisor y la de una sustancia, ¿por qué no intentar corregirlo a nivel bioquímico? Creo que esto obliga a un replanteo reduccionista en un área significativa de la psicología y de la psicología clínica.

Zieher

Quizá los cuatro niveles que mencioné a propósito de la acción de las BDZ podrían hacernos comprender cómo se produce la ansiedad desde el punto de vista patogénico, aunque no etiológico. Posiblemente los mismos niveles operen en sentido inverso para generar alteraciones bioquímicas responsables del estado ansioso. Las experiencias subjetivas podrían, de algún modo, alterar procesos de información, lo cual se traduciría en eventos fisiológicos y bioquímicos generadores de esa patología funcional del cerebro. Se trataría de un proceso no sólo de ida, sino de ida y vuelta entre el nivel molecular y el de la experiencia subjetiva. Entonces, quizá, el reduccionismo que plantea Garrahan sea un tanto cuestionable porque no implica una simplificación. Diríamos: estamos en presencia de un simple trastorno y lo corregimos con tal neurofármaco. No hace falta el psicólogo. Desde luego, es un tema a discutir. Aun cuando se conociera el mecanismo bioquímico, fisiológico,

cognoscitivo y subjetivo de todas las alteraciones mentales, cada uno de esos niveles es tan complicado que no admite una simplificación tal de asimilar una acción con otra sin atravesar el eslabón sucesivo que las interrelaciona.

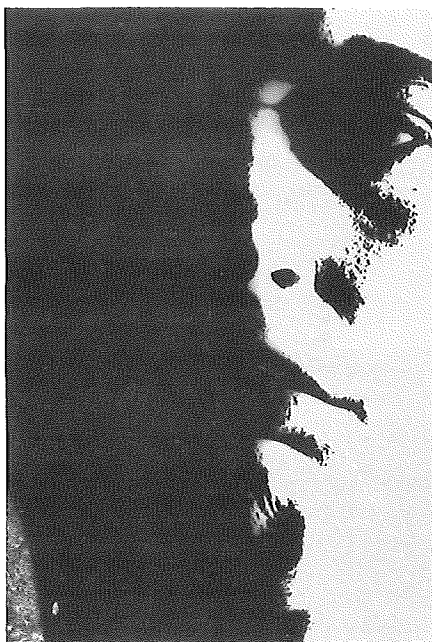
Rodulfo

Toda disciplina tiene su sueño reduccionista. También lo ha tenido el psicoanálisis y en ciertos casos ha generado teorizaciones un poco dudosas. Nadie puede predecir en qué dirección se orientarán en el futuro las distintas disciplinas, sobre todo a largo plazo. Pero en el campo clínico concreto una comprobación invariable es que la adopción del reduccionismo genera la iatrogenia, tanto desde la óptica médica, psicológica o psicoanalítica. Un tratamiento erróneo puede volver irreversibles ciertas situaciones patológicas; por ejemplo, ello puede ocurrir por déficit de formación, en el caso del autismo. Hay un solo especialista situado estratégicamente en posición de detectar el autismo: el pediatra, por la frecuencia con que trata al niño durante su primer año de vida. Pero el conocimiento global del autismo escapa a los límites de la pediatría. A veces el pediatra se lanza a la búsqueda de afecciones neurológicas que nunca se encuentran. Y ante la presencia de síntomas que el pediatra no puede interpretar suele darse una secuencia clásica: medicación sin precisión alguna, recursos psicopedagógicos y finalmente la consulta con el psicoanalista. Por entonces el niño autista ya tiene siete u ocho años y hasta donde podemos conocer sobre el particular, desde el punto de vista psicoanalítico, la intervención terapéutica debería tener lugar antes de los tres años. Insisto entonces: el fruto práctico de cualquier tentativa reduccionista es la iatrogenia.

Töp

Quiero insistir en que la interdisciplina no significa que diferentes técnicos pongan sobre la mesa sus conocimientos, sino que en la mente de cada uno de nosotros crezca la capacidad de comprender los problemas desde la óptica del otro. En el ejemplo de Rodulfo, el pediatra no tendría una óptica desde la visión de un posible análisis del autismo y, por lo tanto,

“Veo un retorno hacia un conocimiento más integral, más universalizado, quizá porque se comprende que el ser humano es una cosa más vasta que esas particiones en las que nos hemos habituado a pensar.”



reproduciría los signos que percibe en el niño y en la familia en términos de su limitado conocimiento: un solo punto de vista. Para volver al tema de la interrelación entre campos científicos, me parece que la condición humana es una condición de base somática, pero que se construye en relación con la cultura. Y esa cultura está incorporada ya en el cuerpo mismo del sujeto. A partir de allí se hace difícil discriminar el problema etiológico, es decir, si algo se origina en la base molecular, biológica, o si se origina en la relación que el sujeto tiene con el mundo. Diría que esta es una discusión banal, porque pretende aplicar categorías de análisis simples a un hecho sumamente complejo. La discusión debería abandonar términos de naturaleza corporativa, en cuanto a si este tipo de fenómenos corresponde al área de acción del profesional de la medicina, la biología, la psicología o la sociología. En cambio me parece fascinante una cuestión planteada por

Garrahan. Hay un síntoma: entonces se administra un medicamento y el problema se resuelve. Pero ocurre que a veces no se administra un medicamento, sino palabras o presencia, y el equilibrio biológico se restablece: la función que eventualmente ejercería el Valium puede ser ejercida también por otra acción, como ser la presencia de la madre ante el niño ansioso. ¿Cómo se produce esto? Cuando alguien siente angustia, ¿es porque se ha producido un desequilibrio químico en él o porque ha vivido alguna experiencia que lo ha desencadenado? ¿Existe una etiología única o no? Por otro lado, con independencia de la etiología, ¿cuál sería la terapéutica más adecuada, en términos de menores consecuencias secundarias para el sujeto? Es un tema a investigar. Desde una óptica profesional, cada uno podría pretender que su mirada sea la más adecuada. No estoy seguro de que la mía lo sea. Pero también sucede que ninguna de las otras me ofrecen suficiente tranquilidad.

Garrahan

Permítanme seguir actuando como abogado reduccionista. En el campo de la biología ha habido una reducción a la física. Los fenómenos de la vida pueden ser explicados sin recurrir al vitalismo, a partir de leyes físicas y químicas aplicadas a organizaciones moleculares muy complejas. Creo que el enfoque fisicoquímico de la biología molecular nos está dando una comprensión profunda acerca de qué es la vida. En el terreno de las neurociencias nos hemos orientado en esa dirección, y menciono ejemplos de hechos que no podemos manipular, en este momento no es más que admitir que de ellos aún no conocemos lo suficiente. Como científico estoy convencido de que cada fenómeno psicológico debe tener un correlato a nivel de medición física o química. De lo contrario acabaríamos en el dualismo e inventaríamos nuevamente el alma inmaterial e independiente del cuerpo. Aclaro que no estoy pensando en el reduccionismo imbécil de que con un fármaco se arregla todo. Pienso en una vía de comprensión más compleja y que en el fondo no es reduccionista porque reconoce la aparición de estructuras nuevas o de nuevos funcionamientos a nivel de organización superior, aunque

conservando para ellos un mismo conjunto de leyes fundamentales. Insisto: temo que la oposición al reduccionismo nos conduzca a nuevos modos de dualismo.

Rodolfo

Quisiera aclarar el ejemplo que propuse en mi intervención anterior a fin de que no se crea que estaba enmarcando las cosas en una sola dirección. Me refiero a que también se producen situaciones iatrogénicas cuando el psicólogo o el psicoanalista, por su propio reduccionismo, no derivan a tiempo un caso clínico que implica, por ejemplo, compromiso neurológico. Adhiero al reclamo de Töpf, entonces, en el sentido de no promover una guerra de corporaciones. La ética científica no es una moral de corporación. En cuanto a lo señalado por Garrahan, tengo con él una profunda discrepancia epistemológica. Creo que la noción de reduccionismo se aplica al caso de una especie de guerra entre dos disciplinas y no cuando se trata de recuperar para el campo de la científicidad algo que anteriormente pertenecía al ámbito de lo religioso o de lo místico. El origen del vitalismo, que Garrahan combate, no es una polémica interna de la ciencia, sino que proviene del campo religioso. Muy distinto es el caso en que se trata de acuñar un nuevo objeto. El psicoanálisis, por ejemplo, acuña un nuevo objeto en cuanto al estudio de los sueños, allí donde había hasta entonces una serie de saberes de tradición popular, supersticiones, prácticas religiosas. Por tanto yo no hablaría aquí de reduccionismo. En cambio comparto la opinión de Garrahan en cuanto a decir no a toda forma de dualismo. El psicoanálisis nada tiene que ver con el alma: en mi opinión su aporte es un nuevo modo de conocimiento y abordaje del cuerpo. Parafraseando a un hombre célebre, diría que el cuerpo es algo demasiado serio como para dejárselo a los biólogos (no hablo de los biólogos), de la misma forma en que el psicoanálisis es demasiado serio como para dejárselo a los psicólogos. Estoy de acuerdo con sostener el monismo, pero creo que hay un obstáculo en cuanto al régimen de interacción de las distintas disciplinas que aquí representamos. Trabajamos con un

modelo de “capas superpuestas”: arriba, el nivel psicológico; abajo, el nivel fisicoquímico. Preferiría pensar, como Foucault, en un campo de dispersiones en donde no ocurrirían esas relaciones espaciales de superposición. No creo, por ejemplo, que en la relación entre psicoanálisis y ciencias fisicoquímicas sea fértil pensar en términos de superestructura e infraestructura. Creo que allí aparece la cuestión del reduccionismo, porque generalmente acontece entonces la disputa para dirimir quién se queda con la infraestructura y quién ocupa el lugar más deslucido de la superestructura. Ha sucedido en otros campos. Por ejemplo, en ciertas versiones economicistas originadas en el marxismo se afirma que la infraestructura de todo lo humano es económica.



“En el caso de los antipsicóticos conocemos el nivel de acción bioquímico, pero el resto se desconoce. No podemos, por el momento, comprender en profundidad el modo de actuar de estos fármacos.”

Töpf

Adhiero a una visión monista, pero me gustaría referirme al arraigo que tiene en

nuestra cultura y en nuestras mentes el dualismo. Me pregunto qué hay en el psiquismo humano que nos hace escindir el mundo en fenómenos de cuerpo y mente. En el caso de los ciclos circadianos —el tema que nos ha convocado— se presenta una muestra más de cómo es generalmente difícil admitir que hechos que suceden a nivel fisicoquímico en el individuo puedan traducirse en términos de vivencias subjetivas: se nos hace difícil internarnos en el tema pese a que nuestro intelecto monista nos indica que ello es perfectamente comprensible. Percibo esos ciclos en mi experiencia clínica: en ciertos períodos del año sé que debo estar en guardia, porque a los pacientes les empiezan a pasar cosas. Súbitamente lo mismo sucede a distintas horas del día. Las explicaciones pueden ser de naturaleza psicológica, sociológica y también biológica. Y puede que ninguna de ellas sea excluyente: por ejemplo, que las modificaciones hormonales que se acrecientan a medida que se acerca la primavera determinen comportamientos explicables en términos de conflicto intrapsíquico y que ello ocurra en el marco de un entorno grupal y social que también adquiere relevancia. En síntesis: hay una convergencia de explicaciones. Pero suele suceder que somos monistas en declaración de principios y dualistas en nuestra interpretación de los hechos cotidianos.

Garrahan

Creo que una de las barreras que todavía impiden el avance de la ciencia sobre lo intuitivo es ese dualismo que implícitamente todos empleamos en nuestra interpretación de la vida. Hay ciertos dualismos que me parecen irreconciliables. Por ejemplo, cada hombre se valora con un valor absoluto. Sin embargo, un biólogo diría que las leyes naturales actúan conservando la especie y no un individuo en particular. Pero a quien se le muera un hijo de leucemia, a los ocho años, no le importa nada que ese hecho no afecte a la población biológica. Ahí sí aparece una ruptura incomprensible desde el punto de vista monista. En la manera que tiene el hombre de pensar en sí mismo y en los seres que lo rodean hay aspectos que entran netamente en colisión con hipótesis reduccionistas. Quizá por ello

parece haber desarrollos de la ciencia que la gente resiste y, además, por la misma razón, la civilización está abandonando un poco la etapa científica y recurriendo a la búsqueda de soluciones mágicas. Hay, o había, la idea de que la ciencia soluciona los problemas de la gente. No sé si eso es cierto.

Töpf

Es curioso cómo el conocimiento científico, que intenta ser racional, tiende a convertirse en pensamiento dogmático, adquiere un carácter casi religioso. Me pregunto si ello no se corresponde con una carencia difícilmente modificable de la naturaleza humana, en cuanto a la necesidad de creer en soluciones sobrenaturales o mágicas. Pienso en el uso indebido de drogas, por ejemplo. Civilizaciones que han tenido apoyaturas en sus respectivas religiones o en cierto tipo de funciones místicas o mesiánicas, al perder esas creencias no encuentran suficiente apoyo para su condición humana en la mera racionalidad de las cosas. Necesitan adherir a algo semejante a una nueva religión. Y esto lo vemos incluso en los profesionales que adoptan sus convicciones teóricas como estilos religiosos.

Garrahan

Me gustaría incluir un último punto en esta conversación, vinculado con la formación del psicólogo. Creo que, al menos en el ámbito de la Universidad de Buenos Aires, ella pone demasiado énfasis en las teorías psicológicas, pero ignora los avances de las neurociencias. Lo mismo sucede en el CONICET, en donde la psicología está ubicada en una comisión asesora junto con la filosofía, la filología, el derecho y las ciencias políticas, es decir, fuera del ámbito de las ciencias naturales. Me parece un error. Sería mucho más fértil para los neurobiólogos recibir información de los psicólogos y viceversa. Repito que, a mi modo de ver, la pertenencia de la psicología a las ciencias humanas está siendo progresivamente cuestionada por el avance de las neurociencias, porque éstas presentan, desde su óptica, explicaciones de los mismos fenómenos que analiza el psicólogo. Mi apreciación es que quienes estudian psicología o



“Como científico estoy convencido de que cada fenómeno psicológico debe tener un correlato a nivel de medición física o química. De lo contrario acabaríamos en el dualismo e inventaríamos nuevamente el alma.”

realizan investigaciones en este campo deberían ser informados de tales novedades, porque es un proceso histórico que no puede ser revertido.

Rodulfo

A la inversa, también la formación que reciben los médicos los aleja de las ciencias humanas o sociales. Reciben una formación excesivamente organicista, en la acepción más anacrónica del término. Coincido en que tanto la formación del psicólogo como la del médico son muy perfectibles en ese sentido. Esto me lleva a pensar en situaciones en que la necesidad imperiosa de apoyarnos en un campo “recortado” de conocimientos nos hace perder, a veces, la idea de límite. Uno de los problemas de la especialización es que podemos quedarnos dentro de nuestro campo ignorando que tiene límites, bordes. Desde luego, hacer de un pediatra un psicoanalista o de un

psicoanalista un neurólogo, es un sueño imposible. La cuestión en la que suelo insistir, desde un punto de vista no filosófico sino práctico, clínico, es en ese reconocimiento de los límites: el desconocimiento de que nos falta conocimiento suele producir, además de omnipotencia, gruesos errores que pueden costar, a veces, hasta la vida del paciente. O de cosas tan valiosas como la vida.

Töpf

Comparto la opinión de Garrahan acerca de la unilateralidad en la formación del psicólogo. Creo que ella tiene distintos orígenes, uno de los cuales es aquella dicotomía entre lo corporal y lo mental de la que hablábamos, y que aún persiste. Hay personas que tienden más a un contacto con el mundo de lo concreto y a una relación con los aspectos biológicos del sufrimiento de las personas o de su vida. Otros, en cambio, prefieren hacerlo desde lo emocional o lo simbólico. Ambos casos implican carencias personales para adentrarse en el otro modo de ver las cosas y creo que ello incide en la elección vocacional y en los planes de enseñanza de carreras como psicología o medicina. Pero en este contexto hemos estado hablando de una psicología clínica o de un aspecto de la psicología que trata acerca de las afecciones o de los estados de ánimo patológicos. Sin embargo, hay ámbitos de la psicología que se ocupan también de otros fenómenos y allí aparece una complejidad adicional. Porque si desde la óptica que hemos estado asumiendo la psicología debería estar muy vinculada con las neurociencias, desde otra, igualmente válida, debería desligarse de las neurociencias para aproximarse a lo sociológico. No puede concebirse al psicólogo como un mero sanitarista, ajeno a los problemas sociales y educacionales de la sociedad en que vive. Por ello hay en la actualidad intentos muy claros de establecer un nuevo diseño profesional que cabalgue entre la biología, la medicina, la psicología y la sociología. Y quizá en el futuro quien emerja con tal formación integral pueda denominarse “antropólogo” para indicar que su objeto de estudio y aplicación es, simplemente, la totalidad del ser humano.

Usted dice que no le interesan estos juegos de inteligencia electrónicos. ¿Le resulta complicada la electrónica?

No. Me resulta desconocida la inteligencia



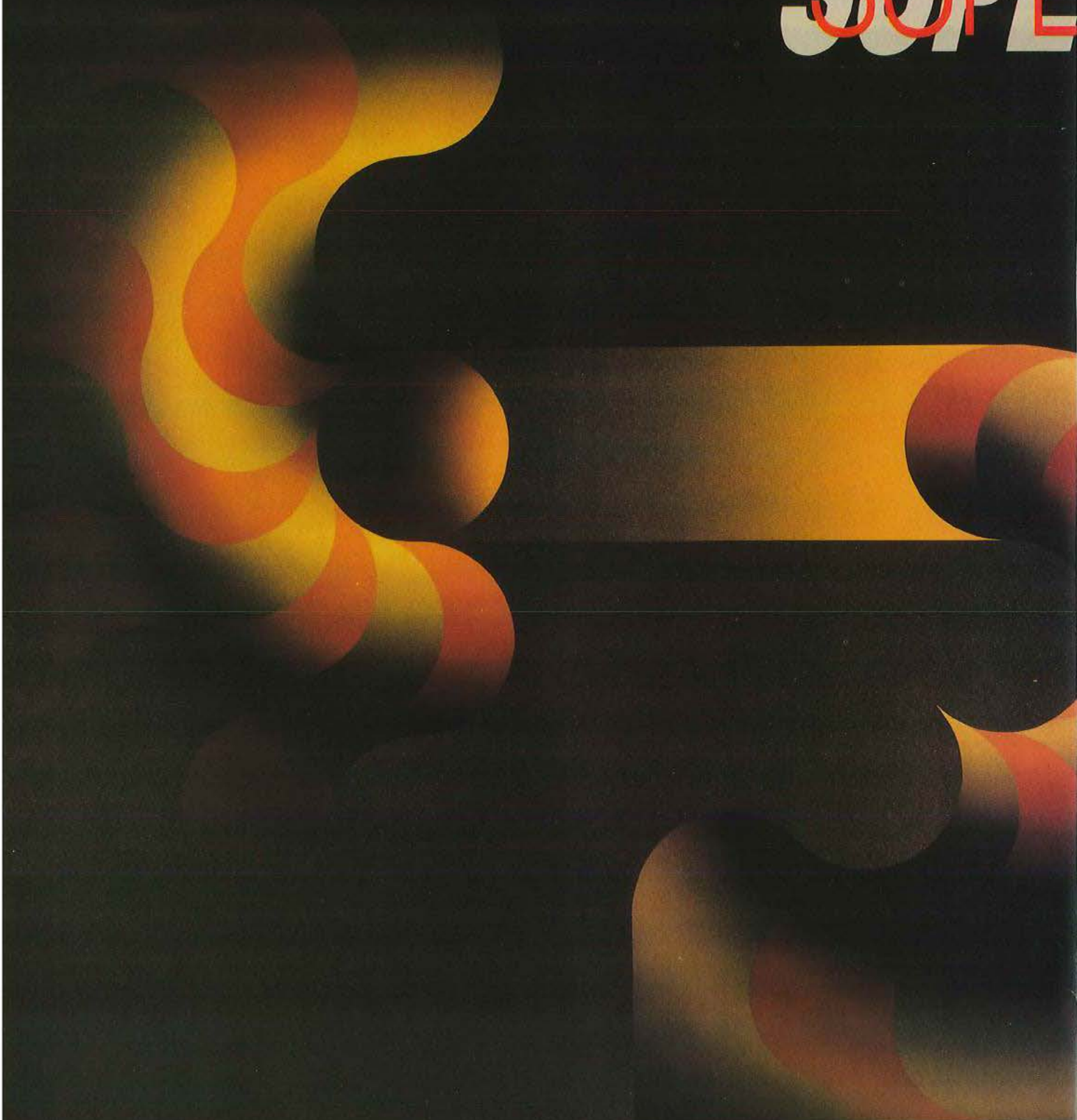
no quiero apresurarme, Profesor, pero creo estar a las puertas de un descubrimiento mediante el cual, estimulando tensiones centrífugas se logren reducir los átomos de la materia hasta niveles del núcleo mismo de la molécula líquida

¿El Ciclotrón Gamma, Doctor?
¿La Antimateria?

No La Licuadora



SUPE



RECONDUCTIVIDAD

Carlos Balseiro
Francisco de la Cruz

Centro Atómico Bariloche
Comisión Nacional de Energía Atómica

La resistencia ofrecida por los metales al paso de una corriente eléctrica transforma parte de su energía en calor que se disipa en el medio ambiente. Un porcentaje significativo de los gastos de producción de electricidad no reporta, por este motivo, beneficio alguno.

En 1911 se descubrió que ciertos metales a muy bajas temperaturas conducían la electricidad sin ningún tipo de resistencia. Se abrían así las puertas a una verdadera revolución tecnológica. Ciertas dificultades fundamentales que impedían la fabricación de materiales superconductores útiles cedieron ante la investigación científica y el avance tecnológico, pero una de ellas –la necesidad de mantener dichos materiales a muy bajas temperaturas– persistió hasta no hace mucho tiempo.

El descubrimiento de propiedades superconductoras en ciertos materiales cerámicos plantea, hoy, nuevos desafíos: explicar cuál es el mecanismo de esta nueva superconductividad, preparar materiales con propiedades estructurales adecuadas para su utilización práctica e imaginar las aplicaciones más convenientes en un mundo con superconductividad a temperatura ambiente o, por lo menos, a temperaturas accesibles a bajo costo.

Dos campos de la física de nuestro tiempo –la fusión nuclear y la superconductividad a altas temperaturas– presentan problemas que, de ser resueltos, producirían una verdadera revolución tecnológica. Ambos temas han sido estudiados desde hace muchos años pero, en el caso de la superconductividad, sólo recientemente se produjeron adelantos importantes.

La búsqueda de superconductores a altas temperaturas (mucho menores, sin embargo, que la temperatura ambiente) se remonta a las primeras décadas de este siglo. En esta búsqueda y en las investigaciones teóricas orientadas a comprender el fenómeno de la superconductividad se acumularon grandes éxitos pero también fracasos.

La superconductividad fue descubierta en 1911 por el físico holandés Heike Kamerlingh Onnes, uno de los pioneros en el desarrollo de técnicas para enfriar materiales a temperaturas cercanas al llamado cero absoluto, que equivale a -273°C . El cero absoluto es el origen de la escala Kelvin (K); así, una temperatura de 20°C puede ser expresada como 293 K. Un material se encuentra a la temperatura de 0 K cuando se le ha quitado toda su energía térmica.

En aquella época, el laboratorio de Kamerlingh Onnes era uno de los pocos en el mundo que disponía de suficiente capacidad tecnológica para estudiar las propiedades de la materia a tan bajas temperaturas. Mientras estudiaba la resistividad eléctrica del mercurio, halló que dicho metal pierde

completa y abruptamente su resistencia cuando se lo enfría por debajo de -269°C , esto es, 4 K. A este estado de resistencia cero se lo llamó superconductividad (figura 1).

El descubrimiento fue completamente inesperado. Hasta la observación del fenómeno en el laboratorio, nadie hubiera pensado que podría acontecer un cambio tan espectacular en un metal. En 1913, por estos trabajos, Kamerlingh Onnes obtuvo el premio Nobel de física (figura 2).

Sin embargo, debieron pasar muchos años antes de que los científicos pudiesen comprender los orígenes microscópicos del fenómeno. Quizá lo más notable fue que, cuando la superconductividad parecía una etapa superada en la historia de la física, en los últimos tiempos, a 75 años de aquellas experiencias pioneras, otros descubrimientos de similar repercusión convulsionan nuevamente el mundo científico. Y, de esta manera, se vuelve a abrir uno de los capítulos más interesantes de la historia de la física moderna. Estos descubrimientos consistieron en el hallazgo de materiales que son superconductores a temperaturas mucho mayores que las tradicionales.

Hay fundamentalmente dos razones por las que estos materiales despiertan tanto interés. La primera es de índole económica. Para hacer uso de las propiedades superconductoras de un material hay que enfriarlo por debajo de una temperatura crítica. Cuanto más baja sea la temperatura a la que se deba trabajar, mayores serán los costos de refrigeración. Si para alcanzar el estado de superconductividad debe operarse a temperaturas inferiores a los 20 K, es necesario emplear helio líquido. A temperaturas más altas se puede trabajar con hidrógeno, pero por encima de 80 K se puede usar aire líquido, uno de los materiales refrigerantes más baratos que existen. Cuando se superen ciertos inconvenientes de carácter técnico, los nuevos superconductores se podrán emplear a escala industrial sin mayores costos de refrigeración.

Pero hay una segunda razón por la que los físicos están interesados en estos materiales. Hoy, después de algo más de un año de trabajo, hay una generalizada convicción de que se está frente a un nuevo fenómeno físico. La teoría que consiguió explicar el comportamiento de lo que podemos llamar "superconductividad convencional", no puede hacer lo propio con la superconductividad a temperaturas tan altas. Los mecanismos que dan origen a la superconductividad en estos nuevos materiales son probablemente distintos a los conocidos. Si esto es así, los físicos se encuentran frente a un gran desafío: comprender y explicar a qué se debe la superconductividad de alta temperatura crítica.

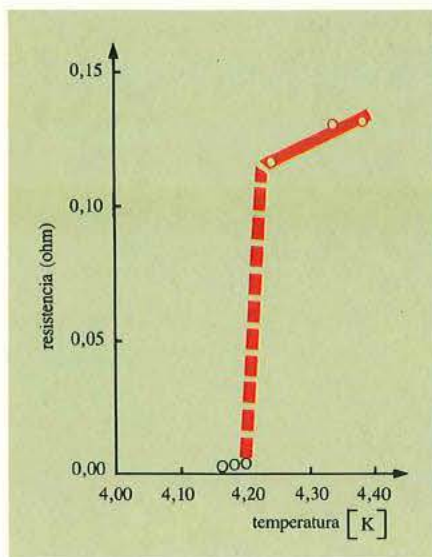


Fig. 1. El fenómeno de la superconductividad, para el caso del mercurio, descubierto por Kamerlingh Onnes en 1911. Por debajo de una temperatura crítica la resistencia del conductor es nula. (De C. Kittel, *Introduction to Solid State Physics*.)

Antes de discutir los mecanismos microscópicos que dan origen a la superconductividad, analizaremos la forma en que se manifiesta y sus semejanzas con otros fenómenos físicos. En particular, trataremos de verificar si cumple con los requisitos que caracterizan lo que denominamos transición de fase. Describiremos entonces las propiedades de algunas transiciones de fase que nos son familiares, para luego compararlas con el comportamiento de la transición al estado superconductor.

Clasificar un fenómeno físico dentro de un esquema general es importante para el investigador pues, si descubre las leyes que lo rigen, pone de manifiesto mecanismos comunes a la familia de materiales que presentan comportamientos semejantes.

Las transiciones vapor-líquido y líquido-sólido son transiciones de fase que observamos cotidianamente; así, por ejemplo, el paso de vapor de agua a agua líquida y el de ésta a hielo, o el caso del mercurio, que se convierte en vapor a 357°C y se congela a -39°C .

Llamamos fase a una forma particular en que se nos manifiesta alguna sustancia. Es importante reconocer que el paso de vapor a líquido y de líquido a sólido no significa que cambien los átomos que constituyen la sustancia: los átomos son los mismos, si bien se modifica la forma en que se nos manifiestan. La fase gaseosa se obtiene cuando las sustancias se mantienen a alta temperatura: al disminuirla, el vapor se condensa en la fase líquida y si se sigue enfriando el material se solidifica.

La temperatura puede ser controlada en el laboratorio para inducir las transiciones

de fase. Sin embargo, controlando esa única variable no podemos predecir a qué temperatura se producirá la transición. La temperatura de ebullición del agua disminuye al elevarnos por encima del nivel del mar: la transición líquido-vapor depende de la presión. Una vez que fijamos la presión, P , y la temperatura, T , la transición de fase de un dado número de átomos queda determinada: a cada valor de la presión P corresponde una única temperatura T a la cual se produce la transición. Debido a que en un experimento se puede variar P y T , en forma controlada, las llamaremos "variables termodinámicas".

¿Qué sucede con el volumen que ocupa la sustancia? Si controlamos P y T , el volumen V queda determinado por los valores de las otras dos variables. También podríamos haber elegido controlar T y V , en cuyo caso sería la presión la que quedaría determinada. Concluimos que, si tenemos un número fijo de átomos constituyendo una sustancia, dos variables termodinámicas determinan el comportamiento de la tercera. Esta relación entre variables termodinámicas puede representarse matemáticamente por medio de una ecuación que recibe el nombre de "ecuación de estado". Es asombroso que con sólo dos variables podamos describir el comportamiento de los millones de millones de átomos que constituyen la porción de sustancia en estudio. Esto es importante, pues conocer la ecuación de estado significa comprender el comportamiento de la materia a distintas presiones y temperaturas, y conocer una sustancia también implica poder decidir cómo utilizarla. Pero, para el físico, la ecuación de estado más que el final de una historia indica el comienzo de un desafío. Nos preguntamos cómo se comporta esa enorme cantidad de átomos, cómo se organizan, qué determina que los mismos átomos se nos presenten en diferentes fases.

Analicemos las características del estado gaseoso. Los átomos o moléculas que constituyen el gas se mueven con mucha facilidad en el volumen que tienen disponible. Resulta imposible decir dónde se encuentra cada una de las moléculas del gas en un determinado momento y más difícil aún conservar memoria del comportamiento de las moléculas que fueron vecinas en algún instante. Estamos en presencia de un sistema muy desordenado. Es que la temperatura induce desorden, independientemente de cuál sea la sustancia que se esté analizando. Sin embargo, la cantidad de desorden inducido a una temperatura depende de cuál es la sustancia que se estudia. En el lenguaje técnico, al desorden se lo denomina entropía. Al disminuir la temperatura disminuye el desorden, es decir, la entropía: el líquido es un estado más orde-



Fig. 2. Heike Kamerlingh Onnes (1853-1926), premio Nobel de física en 1913 por sus estudios sobre superconductividad.

nado que el gas y el sólido es tan ordenado que, si conocemos la distribución geométrica de unos pocos átomos, podemos predecir dónde están ubicados todos los otros átomos que constituyen el material. Lo que acabamos de decir se verifica experimentalmente utilizando fotografías de los sólidos obtenidas mediante rayos X.

Curiosamente, la ecuación de estado más sencilla es la del estado más desordenado, el estado gaseoso. Dice simplemente que si mantenemos fijo el volumen que ocupa el gas y aumentamos la temperatura al doble (medida en grados Kelvin) la presión se incrementa al doble, independientemente del tipo de gas que estudiemos. Este resultado no es sorprendente si tenemos en cuenta que, debido a la movilidad que adquieren los átomos del gas, gracias a la energía térmica disponible, cada átomo permanece tan poco tiempo al lado de su vecino que le es imposible reconocerlo. Para una molécula de gas, todas las otras moléculas son iguales. Pero al disminuir la temperatura, la energía térmica disminuye y las moléculas o átomos disponen de más tiempo para reconocerse. "Reconocerse" en el lenguaje de la física es interactuar. Al interactuar un átomo con otro, ambos se reconocen; un átomo acepta o rechaza al otro. Cada átomo se convierte en un ente selectivo; puede elegir a sus vecinos.

Como resultado de una disminución de temperatura, el conjunto de átomos se organiza aprovechando su interacción: un gas se constituye primero en líquido y luego en sólido. En el sólido los distintos tipos de átomos están asociados a lugares geométricos bien determinados. Pareciera que el

orden es perfecto, en cuyo caso su entropía sería nula. Pero no es así. Si bien los átomos están asociados a lugares bien determinados, aún pueden vibrar alrededor de esa posición. Solamente si se pudiera acceder al cero absoluto (-273°C) se anularía la entropía. Es necesario generar temperaturas muy bajas, alcanzar el cero absoluto (0K), para que se anule totalmente la entropía.

Ahora podemos reunir la información que hemos discutido y formular una regla que describe el comportamiento de las sustancias: a temperaturas muy altas predomina la entropía; a temperaturas bajas predomina la interacción entre los átomos y disminuye la influencia del desorden. La competencia entre entropía y energía de interacción determina el comportamiento de las sustancias.

Para analizar la transición superconductora debemos determinar cuáles son las partículas involucradas en ella. Sabemos que la superconductividad se manifiesta en metales y que una de las propiedades que la caracteriza es la pérdida de resistencia eléctrica. Como la conducción eléctrica se debe a la existencia de cargas (electrones) que se desplazan entre los átomos del metal, la transición superconductora deberá estar asociada al conjunto de electrones. La temperatura no es un buen amigo de la superconductividad, pues el fenómeno solamente ocurre a temperaturas suficientemente bajas. Esto nos indica que, de ser una transición de fase, la superconductividad será la manifestación de un estado electrónico más ordenado. El paso a ese estado de menor entropía se deberá a la existencia de interacciones entre electrones, puestas en evidencia al alcanzar el material la temperatura crítica.

La temperatura sigue siendo una variable termodinámica determinante para que ocurra la transición. Sin embargo, la presión no es la variable importante que esta-

blece a qué temperatura tiene lugar la superconductividad.

La superconductividad se destruye con un campo magnético suficientemente elevado (véase "El pasado de una historia que vendrá"). La intensidad del campo que destruye la superconductividad depende de la temperatura del material. Esa intensidad tiende a ser nula cerca de la temperatura crítica y es máxima en el cero absoluto. El papel que juega la presión en la transición líquido-vapor lo juega aquí el campo magnético. Tenemos de nuevo dos variables termodinámicas que determinan el comportamiento de la superconductividad en el material.

En la figura 3 se muestran diagramas de fase, es decir gráficos donde se indican los rangos de las variables termodinámicas en los que se observan las diferentes fases. Hemos elegido diagramas de fase que corresponden a sistemas sólido-líquido-vapor y metal normal-metal superconductor.

Si bien hemos mencionado las dos variables que determinan el comportamiento de la fase superconductora, nos falta determinar la variable equivalente al volumen. Uno de los experimentos clave que permitieron aplicar los conocimientos termodinámicos al caso de la superconductividad fue el que mostró que un superconductor tiende a expeler el campo magnético de su interior, el llamado efecto Meissner (véase "El pasado de una historia que vendrá"). Para campos suficientemente bajos, la expulsión puede ser total. Debemos distinguir entre el campo magnético generado por un imán y el campo magnético presente dentro de una muestra. Fijada la temperatura y el campo del imán, el campo interior queda ajustado automáticamente. Al campo en el interior se lo denomina inducción magnética, B , para diferenciarlo del campo del imán, H . La ecuación de estado en este caso es una relación entre B , H y T .

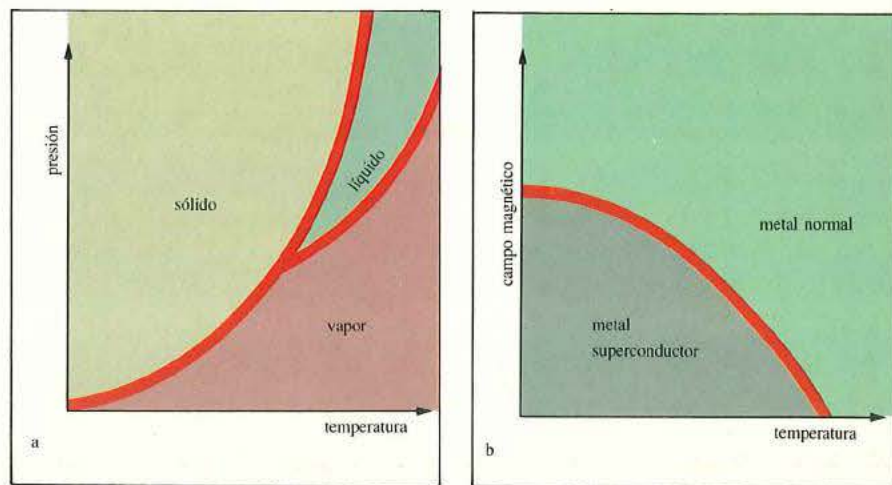


Fig. 3. (a) Diagrama de fase del sistema sólido-líquido-vapor. (b) Diagrama de fase del sistema metal normal - metal superconductor.

EL PASADO DE UNA HISTORIA QUE VENDRÁ

Poco tiempo después de haber descubierto la superconductividad, Kamerlingh Onnes constató que existen diversas formas de destruirla. Una de ellas es aumentando la temperatura. Cuando al superconductor se lo calienta por encima de la temperatura crítica (T_c), característica de cada material, pierde sus propiedades superconductoras. En tal sentido podríamos decir que la temperatura es, o tal vez fue, el mayor enemigo de la superconductividad. Pero hay otras formas de revertir el fenómeno: un campo magnético o una corriente eléctrica pueden hacer que el material recupere sus propiedades normales. El máximo campo magnético y la mayor corriente eléctrica que un superconductor puede soportar fueron llamados campo crítico y corriente crítica, respectivamente.

Durante los años que siguieron se encontró que, además del mercurio, otros metales, a temperaturas muy bajas, son también superconductores. Entender la razón por la que estos metales pierden su resistencia eléctrica fue la obsesión de muchos físicos, pero en aquella época no se pudo desarrollar ninguna teoría al respecto porque no se contaba con suficientes elementos para especular sobre los posibles orígenes del fenómeno. De hecho se pensaba que, salvo por la capacidad de transportar corriente sin presentar resistencia alguna, los superconductores tenían las mismas propiedades de los metales normales (figura A).

Hasta 1933 no se produjo ningún otro descubrimiento importante. Ese año los físicos alemanes W. Meissner y R. Ochsenfeld encontraron que los superconductores son diamagnetos casi perfectos. Cuando un material se somete a un campo magnético éste penetra en el mismo, aunque el valor en su interior es en general distinto del valor del campo aplicado. En los superconductores, a campos suficientemente pequeños, el valor del campo magnético en el interior del material es cero: los superconductores expelen el campo magnético. Este fenómeno se conoce con el nombre de efecto Meissner, en honor a uno de sus descubridores. El descubrimiento probablemente desorientó en un primer momento a los investigadores, pero sirvió para establecer dos puntos importantes. En primer lugar, quedó demostrado que un superconductor no es simplemente un metal con resistencia cero, pues la resistencia nula no impli-

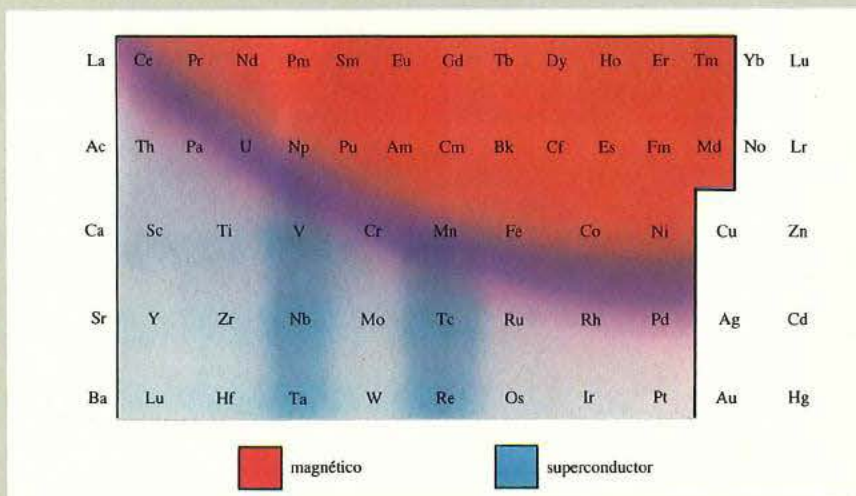


Fig. A Tabla diseñada para sugerir la relación entre magnetismo y superconductividad. Si bien la superconductividad tiende a no presentarse en sustancias magnéticas, la tabla indica que, dada la cercanía entre los elementos magnéticos y superconductores, no debe descartarse la posibilidad de que en el futuro pueda desarrollarse una teoría que explique a la vez el comportamiento magnético y el superconductor. (La tabla original, más completa, fue enviada a los autores por J.L. Smith.)

ca diamagnetismo perfecto. La superconductividad debió ser concebida como un nuevo estado de la materia con propiedades muy particulares. En segundo lugar, el efecto Meissner permitió establecer que la transición del estado normal al estado superconductor es una transición termodinámica reversible (figura B).

En 1934 el físico inglés F. London formuló una teoría sobre las propiedades electrodinámicas de los superconductores y predijo la existencia de una longitud de penetración del campo magnético. La expulsión de campo en superconductores se debe a la inducción de corrientes superficiales que apantallan el campo externo. A distancias muy pequeñas de la superficie

del material, dentro de la zona por la que circula la corriente de apantallamiento, el campo no puede ser completamente expelido. Esto define una longitud de penetración de campo que fue confirmada experimentalmente en 1939.

El año 1950 fue un año importante para la superconductividad. Los experimentos realizados por B. Serin mostraron que una buena teoría debe tener en cuenta que los electrones en condiciones de transportar corriente están influidos por las vibraciones de los átomos que conforman el cristal. En el lenguaje de la mecánica cuántica estas vibraciones de la red cristalina se denominan "fonones".

Durante el mismo año los físicos so-

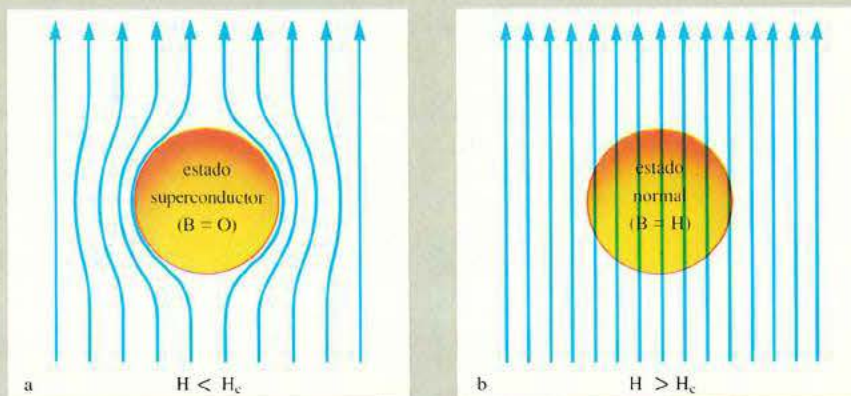


Fig. B (a) En una esfera superconductora, el campo magnético es expelido del material (efecto Meissner). (b) Si el campo magnético se incrementa más allá del campo crítico H_c penetra en el material y destruye la superconductividad.

viéticos L.D. Landau y V.L. Ginzburg formularon una nueva teoría, esta vez para describir las propiedades termodinámicas de la transición del estado normal al estado superconductor. Tanto la teoría de London como esta última sirvieron para establecer relaciones entre distintos fenómenos. Sin embargo, ambas son descripciones matemáticas de los efectos observados en el laboratorio y no pueden explicar el fenómeno como una consecuencia de las leyes fundamentales de la física. Esto es lo que se denomina una "teoría fenomenológica".

Aunque se había avanzado mucho, casi medio siglo después del descubrimiento de Kamerlingh Onnes aun no se conocía el origen de la superconductividad. Fue en 1957 cuando los físicos estadounidenses J. Bardeen, L.N. Cooper y T.R. Schrieffer formularon la teoría microscópica de la superconductividad, llamada BCS en homenaje a estos tres investigadores. Esta teoría dio cuenta de todos los efectos observados hasta ese momento, permitió entender el origen del fenómeno, fundamentó las teorías de London, Landau y Ginzburg y es una de las teorías más elegantes de la física de la materia condensada. Los físicos estadounidenses ganaron por este trabajo el premio Nobel de física en 1972.

En 1962 el físico inglés B.D. Josephson, que apenas superaba los 20 años de edad, predijo, basándose en la teoría BCS, que dos materiales superconductores en contacto (lo que se conoce con el nombre de juntura) debían mostrar propiedades muy particulares. Debían observarse fenómenos nuevos asociados al paso de corriente eléctrica a través de la juntura. Estos fenómenos, llamados efectos Josephson, fueron comprobados más tarde en el laboratorio y permitieron mostrar consecuencias de la física cuántica a escala macroscópica. Josephson recibió el premio Nobel en 1973: otro Nobel otorgado por trabajos sobre superconductividad.

Desde un comienzo, se imaginaron proyectos tecnológicos muy ambiciosos en los que se podría hacer uso de la superconductividad. Una limitación práctica radicaba en que los materiales debían ser enfriados a temperaturas muy bajas. Quienes encontrasen un material superconductor de temperatura crítica alta abrirían una puerta para una posible revolución tecnológica. La búsqueda de materiales de alta temperatura crítica se remonta probablemente a las primeras épocas de la superconductividad, pero la mayor actividad en este sentido aconteció

en las décadas del 50 y del 60. La existencia de una teoría, sin duda, hubiera podido guiar a los investigadores en esta búsqueda, pero la teoría BCS no resultó de gran utilidad. Como la misma teoría pone de manifiesto, para estimar la temperatura crítica de un material debe conocerse en detalle su estructura electrónica y su estructura de fonones. Por esta razón fue imposible durante muchos años predecir cuál sería la temperatura crítica de un material. Sólo durante los últimos años, las grandes computadoras y el desarrollo de complejos programas de cálculo permitieron este tipo de estimaciones en materiales simples. La búsqueda de nuevos superconductores fue, en general, empí-

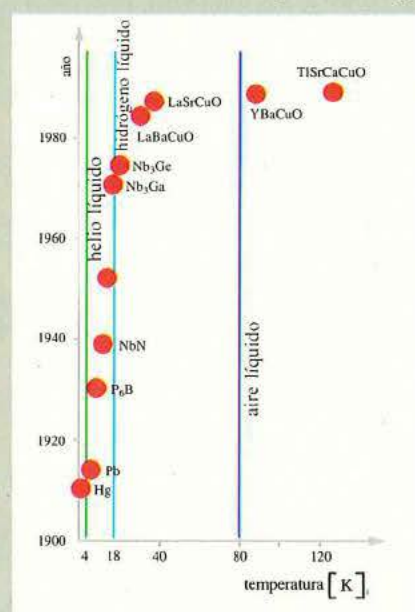


Fig. C. Temperaturas críticas de diversos superconductores en función del año en que fueron determinadas. Como referencia, se indican las temperaturas de ebullición de diferentes líquidos criogénicos.

rica. El físico estadounidense de origen alemán B. Matthias se destacó como uno de los más activos en este campo. Gracias a su intuición física y a su profundo conocimiento de los materiales, pudo desarrollar aleaciones y compuestos superconductores con grandes campos y corrientes críticas y aumentar las temperaturas críticas, aunque éstas nunca llegaron a ser muy altas. Los trabajos de Matthias llevaron en 1973 al desarrollo de un material compuesto por niobio (Nb) y germanio (Ge), cuya fórmula química es Nb₃Ge, con una temperatura crítica de 23 K. Este fue durante muchos años el record de alta temperatura crítica en materia de superconductividad.

Tanto esfuerzo dedicado a encontrar

materiales de alta temperatura crítica sin conseguir mayores adelantos desalentó a los investigadores. El mismo Matthias sugirió durante los últimos años de su vida que no se podría encontrar superconductividad por encima de 30 K. Algunos cálculos teóricos coincidían con estas afirmaciones. Científicos de reconocido prestigio llegaron a escribir que en superconductividad ya estaba todo dicho.

Sin embargo, a principios de la década del 80 el descubrimiento de nuevos materiales superconductores denominados "fermiones pesados" llamó la atención de los físicos, más por el interés académico que presentan que por sus posibles aplicaciones tecnológicas. Aun así se pensaba que la época de oro de la superconductividad ya había pasado.

Algunos grupos, a pesar de todo, siguieron investigando y en enero de 1986 dos físicos alemanes que trabajan en Suiza, K.A. Müller y J.G. Bednorz, encontraron que un material compuesto por lantano (La), bario (Ba), cobre (Cu) y oxígeno (O), cuya fórmula química es La_{2-x}Ba_xCuO (en la que x es variable) se hace superconductor a los 30 K. Este no parece un avance espectacular, pero sí constituyó un nuevo record que superaba la temperatura crítica de 23 K del Nb₃Ge (figura C).

El trabajo de Müller y Bednorz fue publicado en una revista de física alemana en agosto de 1986. En los meses que siguieron, grupos de investigadores en otros laboratorios reprodujeron el material y comprobaron la existencia de superconductividad a temperaturas cercanas a los 40 K. Sin embargo, sólo en diciembre de ese mismo año la comunidad científica tomó conciencia de la importancia del hallazgo y muchos laboratorios de todo el mundo iniciaron trabajos sobre el estudio de estos nuevos superconductores. En enero de 1987, físicos de la Universidad de Texas encontraron otro material similar al anterior que mostraba signos inequívocos de superconductividad ¡a más de 90K! Tan explosivo fue el interés que las revistas especializadas y los organizadores de reuniones científicas tuvieron que buscar nuevas formas de procesar la información.

El premio Nobel de física de ese año fue otorgado a quienes iniciaron esta carrera de la superconductividad de alta temperatura crítica: Müller y Bednorz.

Los trabajos sobre nuevos materiales siguen dando sus frutos: en febrero de 1988, científicos de la IBM comunicaron el hallazgo de un nuevo compuesto con temperatura crítica de 125 K (-148°C).

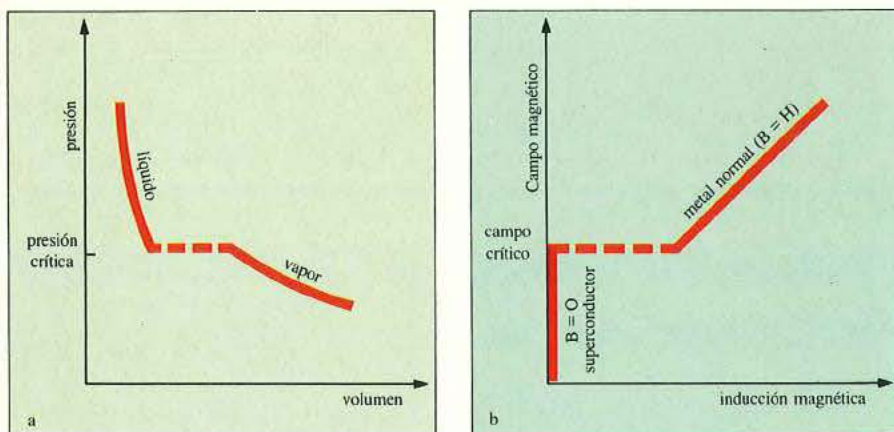


Fig. 4 (a) Isotherma en un diagrama presión-volumen. Cuando se alcanza la presión crítica, coexisten las fases líquida y vapor (línea punteada). (b) Isotherma en un diagrama H-B. Cuando se alcanza el campo magnético crítico, coexisten las fases normal y superconductor (línea punteada).

Para apreciar la similitud entre la transición de fase líquido-vapor y la superconductora, mostramos en la figura 4 los diagramas de fase, utilizando las variables de estado que correspondan. Esto es, P y V para el líquido-vapor y H y B para el superconductor. Al haber elegido esas variables, la temperatura queda fijada sobre toda la curva y por ello se la denomina isoterma. En las dos transiciones existe una zona horizontal, correspondiente a un rango de volumen o inducción magnética según sea la transición que analizamos. Esto indica que en esa zona de la isoterma coexiste la fase líquida (agua) y la fase gaseosa (vapor de agua): a esa temperatura y presión hierve el líquido. En el superconductor también puede haber coexistencia de material superconductor ($B=0$) con material no superconductor ($B=H$).

Un metal se distingue de otros materiales por la forma particular en que interaccionan los átomos que lo constituyen. Debido a esto, algunos de los electrones se desprenden de los átomos y se mueven entre ellos con bastante libertad. Ello permite diferenciar drásticamente un metal de un aislador. La corriente eléctrica en los metales es una manifestación del movimiento de las cargas eléctricas en su interior. Entender por qué estas cargas negativas pueden moverse, casi libremente entre átomos cargados positivamente, ha sido un problema importante resuelto por la física que estudia los sólidos.

El movimiento libre de los electrones nos indica que poseen características similares a las de un gas. Sin embargo, si los electrones en el sólido se moviesen sin ningún tipo de interacción podríamos transportar corriente eléctrica sin consumir energía. Este estado correspondería a un conductor perfecto, que no es equivalente a un superconductor (véase "El pasado de una historia que vendrá").

Las interacciones que sufren los electrones no son suficientemente fuertes como para suprimir sus características de gas, pero sí lo son para impedir que la electricidad se propague sin resistencia. Como la manifestación de la resistencia al paso de la corriente es la producción de calor (detectable al poner en contacto nuestra piel con el metal), concluimos que esa "fricción" se ejerce entre los electrones y los propios átomos que constituyen el sólido. Otra evidencia de que la interacción tiene lugar entre los electrones y los átomos es que a mayor temperatura corresponde mayor resistencia eléctrica. Este resultado es comprensible si recordamos que la temperatura aumenta la entropía de un sólido, incrementando la amplitud de las vibraciones de los átomos alrededor de su posición de equilibrio a temperatura nula. Como los electrones tienen que propagarse entre los átomos, su camino se verá más restringido cuanto mayor sea la temperatura. De hecho, el descubrimiento de la superconductividad se debió al interés que había, a principios de siglo, en decidir si esta interpretación del origen de la resistividad eléctrica era correcta. Para ello se medía la resistividad de los metales a temperaturas tan bajas como los medios tecnológicos de la época lo permitían. Con los argumentos esgrimidos esperaríamos que a temperaturas muy cercanas al cero absoluto quedasen caminos libres de obstáculos, por los cuales la conducción de corriente se hiciese con resistencia despreciable. La sorpresa fue que mucho antes de que eso ocurriese, algunos metales cambiaban su comportamiento bruscamente, transportando corriente sin ninguna resistencia. Sin embargo, considerando al metal antes de hacerse superconductor, encontramos una dificultad en la interpretación que estamos construyendo. ¿Por qué el gas de electrones habría de continuar siendo gas? ¿Por qué no emplea sus interacciones para transformar-

se en líquido o sólido, disminuyendo así su entropía? Las respuestas a estas preguntas se hallan en la denominada física cuántica, que también comenzaba a desarrollarse en las primeras décadas de este siglo.

En esa época existían muchas incógnitas con respecto al comportamiento de la materia en general y de los electrones en particular. Por ejemplo, si se calcula la energía térmica que poseen los electrones a temperaturas algo superiores a las necesarias para inducir superconductividad, se encuentra que sus velocidades son mucho menores que la necesaria para explicar la conducción eléctrica, en términos clásicos.

La física moderna (ya no tan moderna), también llamada cuántica, demostró que no puede haber en todo el metal más de dos electrones con la misma velocidad (Principio de Exclusión de Pauli). Por "velocidad" no sólo especificamos a cuántos kilómetros por segundo se desplaza la partícula, sino también en qué dirección avanza. Como un metal tiene millones de millones de electrones por centímetro cúbico, esta condición impone la existencia de electrones con velocidades muy altas incluso en el cero absoluto de temperatura. La física moderna explica por qué el estado de menor entropía no implica, necesariamente, un estado de movimiento nulo, haciendo compatible la existencia de partículas con velocidades no nulas a temperatura cero con el concepto clásico de entropía cero. Aun en el cero absoluto los electrones de un metal se mueven a velocidades de unos tres mil kilómetros por segundo. Esto no implica que haya corriente eléctrica neta. Los electrones se mueven a alta velocidad, pero para cualquier dirección que elijamos hay tantos electrones propagándose en esa dirección como en la opuesta. El campo eléctrico es la fuerza necesaria que rompe esa simetría y origina la corriente.

De no existir la explicación brindada por la física cuántica para entender el comportamiento de los electrones en un metal, tendríamos que asociar sus velocidades a temperaturas de varias decenas de miles de grados centígrados. Este resultado es obviamente absurdo, pues a esas temperaturas no existen metales en estado sólido.

La introducción de los conceptos de la física moderna permitió no sólo comprender el proceso de conducción eléctrica con resistencia, sino también mostrar la magnitud de la dificultad que supone entender el origen microscópico de la superconductividad. Era necesario descubrir el origen de energías de interacción que son muy pequeñas cuando se comparan con la energía cinética que poseen los electrones, aun en el cero absoluto. Por eso transcurrieron más de cincuenta años de estudio experi-

ELECTRONES DE COMPORTAMIENTO EXTRAÑO

La teoría BCS explica cuál es el origen de la superconductividad en los materiales tradicionales y cuál es la diferencia entre los superconductores y un metal normal desde el punto de vista del comportamiento de los electrones.

Ella muestra que, en ciertas circunstancias, puede haber interacciones atractivas entre los electrones del metal. Esto parece contradecir los conceptos fundamentales de la electricidad: dos cargas iguales se repelen y por lo tanto dos electrones, ambos con carga negativa, deberían repelerse. Pero ello es verdad sólo para dos cargas en el vacío. Como veremos más adelante, dos electrones en el interior de un metal pueden atraerse.

Aceptemos por un momento la existencia de fuerzas atractivas entre los electrones y veamos qué ocurre con un gas de electrones en presencia de estas fuerzas. A temperaturas bajas el efecto de las interacciones es importante, y los electrones tienden a unirse en pares. Cada uno de estos pares, que se conocen con el nombre de "pares de Cooper", podría ser imaginado como una "molécula" formada por dos electrones.

Mientras que en un metal normal los electrones forman un gas (un gas cuántico), en los materiales superconductores los electrones forman un conjunto de pares. El carácter cuántico de los electrones hace que el estado superconductor no sea simplemente un gas de pares. Las leyes fundamentales de la física cuántica exigen que estos pares no puedan moverse independientemente. Una de las consecuencias más asombrosas de estas leyes fundamentales es que los pares de Cooper deben moverse todos a la misma velocidad. El estado superconductor es un estado *coherente* en el que *todos los pares viajan a la misma velocidad*.

En un metal normal se establece una corriente eléctrica cuando los electrones viajan mayoritariamente en una dirección. Un electrón puede chocar contra una impureza, un defecto o el desorden inducido por la temperatura y cambiar su velocidad en magnitud y dirección, con la única restricción de respetar el principio de exclusión de Pauli, que no permite que más de dos electrones posean la misma velocidad.

Si circulase una corriente eléctrica en un metal y eliminásemos el voltaje que la produce, los choques cambiarían el valor de la corriente y, luego de miles de cho-

ques al azar, en promedio, la velocidad neta del gas sería nula. Habría tantos electrones moviéndose en una dirección como en la dirección opuesta. Si se indujese una corriente eléctrica en un anillo metálico (por ejemplo, variando un campo magnético) al cabo de un tiempo la corriente también sería cero. Sólo se puede mantener la corriente si un campo eléctrico, como el generado por una pila, acelera permanentemente a los electrones en una dirección determinada.

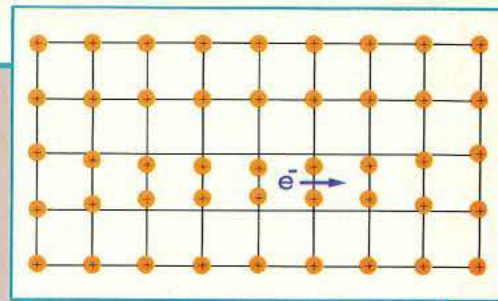
En un superconductor con corriente eléctrica, los pares de electrones no deben cumplir con el principio de exclusión y se mueven con cierta velocidad. Para detener la corriente debemos, o bien detener simultáneamente a todos los pares, o bien destruirlos y pasar al estado normal. Resulta casi intuitivo pensar que una impureza, un pequeño defecto en el material o aun las vibraciones de los átomos alrededor de su posición de equilibrio no podrán detener espontáneamente a los miles de trillones de pares que se mueven a esa velocidad y, si la energía térmica no es suficiente para destruir los pares, la corriente fluye indefinidamente. El material tendrá entonces resistencia cero.

La pregunta básica que debemos respondernos es cómo dos electrones pueden atraerse para formar un par. Los metales están formados por un conjunto de iones (con carga positiva) que conforman una estructura geométrica espacial y un gas de electrones (con carga negativa) que se mueve entre los iones. La distribución de los iones define lo que se conoce con el nombre de red cristalina y los electrones que viajan se denominan electrones de conducción.

Los iones positivos y los electrones se atraen por tener cargas opuestas. En consecuencia, cuando un electrón viaja por la red cristalina, atrae hacia sí a los iones que de tal modo se desplazan ligeramente de su posición de equilibrio.

Por ser los iones partículas pesadas, tienen cierta inercia y, al alejarse el electrón, tardan cierto tiempo en volver a su posición original. A medida que viaja el electrón deja una huella en el cristal marcada por el desplazamiento de los iones de su posición de equilibrio. Otro electrón encontrará al cristal deformado y viajará hacia el lugar donde la densidad de iones sea mayor, siguiendo la huella dejada por el primer electrón (véase la figura).

De esta forma, el segundo electrón



El pasaje de un electrón con su carga negativa a través de la red cristalina de iones positivos produce un desplazamiento de éstos respecto de su posición normal. Tal efecto está vinculado con la aparición de fuerzas atractivas entre pares de electrones, que dan origen a pares de Cooper, elementos fundamentales en la explicación de la superconductividad dada por la teoría BCS.

seguirá al primero. Esta imagen de un primer electrón viajando por la red, seguido por un segundo electrón, es fácil de visualizar pero adolece, en realidad, de poco rigor. El efecto que el primero produce sobre el segundo es igual al efecto que este último produce sobre el primero. El resultado es, en definitiva, una fuerza atractiva entre ambos electrones. Se trata de una interacción mediada por el desplazamiento de la red cristalina, y retardada en el tiempo, pero que alcanza para constituir pares de electrones. Cuando estas fuerzas *dominan la cinética de los electrones*, el material es superconductor.

Cientos de experimentos a lo largo de muchos años sirvieron para confirmar estas ideas en los superconductores tradicionales. Sin embargo, como ya dijimos, es posible que en los nuevos materiales superconductores el origen de la superconductividad sea distinto y sea otro el mecanismo que da origen al fenómeno. Una objeción que podría presentarse es que las fuerzas atractivas inducidas por las deformaciones de la red cristalina son muy débiles, y una temperatura de algunos grados o décimas de grado es suficiente para destruir los pares.

Las propuestas de los físicos teóricos para explicar la nueva superconductividad podrían clasificarse en dos grupos: o bien se trata de una manifestación completamente distinta de la superconductividad, o bien se trata de un estado similar al propuesto por la teoría BCS pero con interacciones atractivas que tienen un origen distinto. En el marco de esta última postura, más conservadora que la primera, se ha mostrado que interacciones de origen magnético o de transferencia de carga entre iones podrían dar lugar en estos complejos materiales a interacciones atractivas más fuertes que las originadas por el desplazamiento de los iones de la red (véase "En búsqueda de una teoría").

EN BÚSQUEDA DE UNA TEORÍA

Aunque el fenómeno de la superconductividad a altas temperaturas es similar al descubierto por Kamerlingh Onnes a principios de siglo, a temperaturas más cercanas al cero absoluto, no cabe duda de que el origen microscópico de los nuevos hallazgos es de distinta naturaleza. Si bien han surgido en poco tiempo diversas teorías que intentan explicar la nueva superconductividad, no existe aún suficiente evidencia experimental para descartar unas o aceptar otras. La necesidad de contar con una teoría adecuada es evidente: no sólo permitiría comprender el fenómeno en profundidad sino que también facilitaría la búsqueda de materiales apropiados para su empleo a escala industrial.

Las teorías propuestas hasta el momento que gozan de cierta aceptación en la comunidad científica pueden ser clasificadas en dos grupos: unas postulan que las interacciones que originan la superconductividad son de carácter magnético; otras, que las fluctuaciones de carga juegan el rol desempeñado por los fonones en el caso de la superconductividad a bajas temperaturas. Describiremos brevemente esta segunda alternativa, por tratarse del mecanismo que los autores se encuentran actualmente investigando.

Ciertos materiales similares a los superconductores a altas temperaturas,

como el La_2CuO_4 son semiconductores, es decir que pierden gradualmente su capacidad de conducir la corriente eléctrica a medida que se los enfría. Sólo cuando se los dopa con estroncio o bario (que significa sustituir por iones de tales elementos los de lantano) se transforman en metales y, si la concentración del dopante es suficiente, son superconductores. En estos materiales ocurre que cada ion de estroncio o bario que reemplaza a un ion de lantano en la fórmula original produce una carga eléctrica, capaz de moverse por el material y transportar corriente. Estas cargas se mueven fundamentalmente por los planos de cobre-oxígeno de la estructura del cerámico.

La experiencia de dopar un semiconductor para transformarlo en un metal es conocida desde hace mucho tiempo. Lo novedoso radica en obtener un superconductor dopando un semiconductor. La idea de una superconductividad originada en fluctuaciones de carga es la siguiente: cuando una carga eléctrica se mueve por los mencionados planos de cobre-oxígeno produce en su vecindad una redistribución de los electrones del cobre y del oxígeno. Tal redistribución no es estática; son fluctuaciones que acompañan a la carga que se mueve. Esquemáticamente pueden representarse del siguiente modo:



Se dice que la carga viaja "vestida" por una nube de fluctuaciones. Las fuerzas coulombianas dan origen a esta deformación de la estructura electrónica en las vecindades de una carga que se mueve por el material.

Dos cargas que se mueven en el mismo plano pueden compartir estas fluctuaciones, y de esta forma ambas aprovechan el entorno generado por la otra. De este modo se forma un par similar al par de Cooper. A diferencia de lo que ocurre con los fonones, la energía de ligadura de un par generado por fluctuaciones de carga puede ser considerablemente grande y, por tanto, soportar temperaturas altas.

Este fenómeno no ocurre en cualquier material; para ello es necesaria una estructura electrónica particular que se puede obtener sólo en compuestos que contienen más de una clase de átomos.

Como ya se dijo anteriormente, ninguna de las teorías actualmente en discusión goza de la aprobación de la comunidad científica, no sólo por la carencia de suficientes datos experimentales para su contrastación sino también porque ninguna ha llegado a un desarrollo tal que permita predecir en forma inequívoca nuevos efectos o propiedades comprobables en el laboratorio.

EN UN LABORATORIO DE BARILOCHE...

El estudio de los nuevos superconductores abarca muchos aspectos de la ciencia de materiales. El descubrimiento de las interacciones responsables de que los electrones se conviertan en superconductores a tan altas temperaturas es un enigma en espera de solución. Es necesario adecuar las teorías macroscópicas a las características de la nueva superconductividad para establecer el marco que deben respetar las teorías microscópicas. Las teorías macroscópicas serán, además, el fundamento apropiado para discutir las posibles aplicaciones tecnológicas.

En laboratorios del Centro Atómico Bariloche investigamos el comportamiento de los materiales cerámicos a temperaturas superiores a la crítica, en busca de respuestas a una serie de preguntas. Por ejemplo: ¿cuáles son los mecanismos que determinan la conduc-

ción eléctrica en el estado normal?; ¿cómo influyen el desorden o los defectos atómicos en la conducción eléctrica?; ¿cómo es la dependencia con la temperatura?; ¿qué influencia tiene cada una de las especies atómicas que constituyen el material en sus diversas propiedades?

Con la finalidad de hallar correlaciones entre algunas propiedades del estado normal y el superconductor, investigamos la influencia de la composición química en la resistividad eléctrica y en las características superconductoras. Comprobamos así la importancia de la concentración de oxígeno en la conducción eléctrica y en el comportamiento superconductor. Los resultados obtenidos, entre ellos la verificación de que los campos magnéticos necesarios para destruir la superconductividad sobrepasan los centenares de miles de gauss,

inducen a concluir que la superconductividad de alta temperatura crítica es muy sensible a la presencia de defectos estructurales. La densidad de electrones superconductores se deprime profundamente e incluso puede anularse en algunas zonas, para recuperarse rápidamente en las zonas en donde la estructura corresponde a la ideal.

Es necesario realizar un buen número de experimentos y análisis teóricos que permitan adecuar la teoría de Landau y Ginzburg a los nuevos superconductores. Por otra parte, constituye un verdadero desafío tecnológico compatibilizar tanto las condiciones necesarias para lograr el estado superconductor como las propiedades de estos nuevos materiales, con las severas exigencias de las aplicaciones prácticas.

mental y teórico, con la realización de miles de experimentos, la fabricación de cientos de nuevas aleaciones superconductoras, la propuesta de decenas de modelos teóricos, antes que J. Bardeen, L.N. Cooper y T.R. Schrieffer (BCS) pudieran sintetizar los conocimientos previos y formular una nueva teoría que explicaba satisfactoriamente el gran caudal de información acumulado.

En 1986, K.A. Müller y J.G. Bednorz mostraron la existencia de superconductividad en materiales cerámicos a temperaturas mayores que las que se consideraban límites naturales, despertando consecuentemente un gran interés por conocer el origen de la nueva superconductividad. El descubrimiento de los superconductores, con temperaturas cada vez más cercanas a la del ambiente, nos sugiere la posibilidad de una nueva revolución tecnológica. Esto ocurrirá si los tecnólogos e investigadores logran resolver las dificultades prácticas asociadas a los materiales cerámicos superconductores.

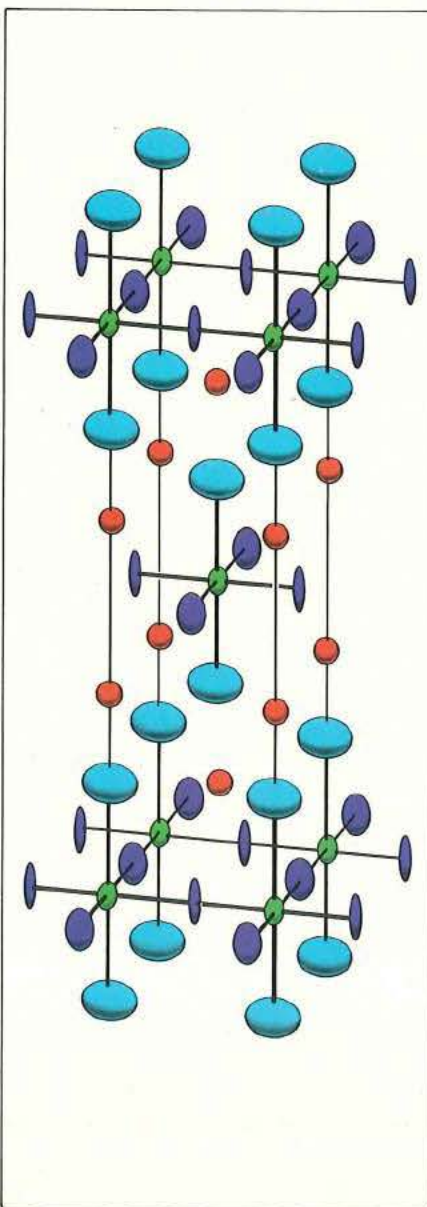
En el universo hay 105 elementos distintos. Algunos son abundantes en la tierra; otros fueron sintetizados por el hombre. Toda la materia, orgánica e inorgánica, está compuesta por estos 105 elementos. Los materiales simples como el mercurio, el superconductor de Kamerlingh Onnes, están compuestos por una sola clase de átomos. Las aleaciones son sistemas más complejos en los que se mezclan de o tres metales distintos. Los nuevos superconductores son compuestos muy complejos de cuatro o cinco elementos distintos. Debido al método usado en su fabricación y a su textura se denominan materiales cerámicos (figura 5).

El primero en ser descubierto contiene lantano (La), bario (Ba), cobre (Cu) y oxígeno (O). De inmediato se encontró que si se reemplazaba el bario por estroncio (Sr) se lograban mejores superconductores. Un compuesto descubierto en Texas, en 1987, con una temperatura crítica de 93 K contiene itrio (Y), bario, cobre y oxígeno. Los nuevos materiales hallados durante los primeros meses de 1988 son compuestos de bismuto (Bi), calcio (Ca), bario, cobre y oxígeno. El compuesto de mayor temperatura crítica que se conoce (unos 125 K, es decir, -148°C) contiene talio (Tl) en lugar de bismuto.

Fig. 6 Estructura cristalina de un superconductor cerámico del tipo $\text{La}_{2-x}\text{Ba}_x\text{CuO}_2$. Los oxígenos $\blacksquare$ forman con el cobre $\blacksquare$ estructuras bidimensionales (planos). Los oxígenos $\blacksquare$ se hallan fuera de dichos planos, a mayores distancias del cobre que los anteriores. El $\blacksquare$ corresponde a La/Ba.



Fig. 5 Monocristales superconductores de $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$. (Microfotografía electrónica de barrido. Cortesía de E. Manghi y G. Polla, División Física del Sólido, Comisión Nacional de Energía Atómica.)



Los nuevos superconductores tienen en común la presencia de cobre y oxígeno. Al constituirse la red cristalina, en todos los casos, los átomos de cobre y oxígeno se distribuyen en planos. Se presume que la superconductividad en estos materiales está fuertemente asociada al comportamiento de los electrones en esos planos (figura 6).

La búsqueda de mejores superconductores no es simple. Aun si pensamos que el cobre y el oxígeno son ingredientes esenciales, ¿cuántos compuestos que contengan estos elementos se pueden fabricar mezclando en distintas proporciones los elementos de la tabla periódica? ¿Cuántos materiales fantásticos, superconductores o no, se hallan escondidos en la tabla periódica? El desafío de los científicos que se dedican a la ciencia de materiales es encontrarlos, y su obligación moral es usarlos para el bienestar de la humanidad.



LECTURAS SUGERIDAS

- DE GENNES, P.G., *Superconductivity of metals and alloys*, Benjamin, 1966.
- KHURANA, A., "Superconductivity seen above the boiling point of nitrogen", *Physics Today*, vol. 40, n.4, p.17, 1987.
- LYNTON, E.A., *Superconductivity*, Methuen, 1969.
- LONDON, F., *Superfluids*, V61. I, Wiley, 1950.
- MENDELSSOHN, K., *Quest for absolute zero*, McGraw-Hill, 1966.
- MÜLLER, K.A. et BEDNORZ, J.G., "La découverte de la superconductivité à haute température", *La Recherche*, vol. 195, 53, 1988.

EL RASTRO DE LOS GROEBÉRIDOS

Francisco J. Goin

División Paleontología Vertebrados, Museo de La Plata

Los marsupiales sudamericanos vivientes representan una pequeña porción de la fauna de mamíferos de nuestro continente. Sin embargo, pocos grupos alcanzaron una variedad tan sorprendente a lo largo de la Era Cenozoica. Entre las formas más notables y especializadas sobresalen los groebéridos, marsupiales extinguidos de los cuales conocemos apenas unos pocos restos. ¿Qué clase de animales eran los groebéridos? ¿A qué se parecían? ¿Por qué aparecen hace 40 millones de años y luego desaparecen del registro fósil sin dejar rastros?

Si usted describe una serie de acontecimientos a la mayoría de las personas, éstas le dirán cuál puede ser el resultado. Pueden articular esos conocimientos en sus mentes, y razonar a partir de ellos para concluir que deberá ocurrir tal o cual cosa. Pero hay pocas personas que sean capaces, si usted les dice un resultado, de elaborar por su propio razonamiento cuáles fueron los pasos que condujeron a ese resultado.

A. Conan Doyle, *Un estudio en escarlata*

En el año 1952 Bryan Patterson, del Museo de Historia Natural de Chicago, sorprendió a la comunidad paleontológica con un trabajo titulado: "Un nuevo y extraordinario marsupial de-seadiano". En él se describía una pequeña y fragmentaria mandíbula fósil de unos 10 milímetros de longitud, proveniente de niveles sedimentarios asignables a la Formación Divisadero Largo, en la provincia argentina de Mendoza. Este resto, de unos 40 millones de años de antigüedad, era tan

peculiar que no coincidía con ninguna de las formas conocidas de mamíferos sudamericanos, tanto fósiles como vivientes. La mandíbula era extremadamente corta y alta, y presentaba cuatro molares pequeños y un gran incisivo anterior similar al de los roedores pero que, a diferencia de éstos, en su recorrido intra-alveolar se disponía paralelamente y muy junto a la enormemente expandida, anquilosada y casi vertical sínfisis mandibular (el área donde se unen las mandíbulas inferiores). El mismo Patterson comenzó a estudiar el fósil en la creencia de que se trataba de un roedor, sobre todo porque la mala preparación técnica del ejemplar le impidió advertir la presencia de otros dientes entre el incisivo y el primer molar. Muy pronto el autor comenzó a sospechar que en realidad se trataba de un primate: "...Durante un cierto tiempo estuve persuadido de que me encontraba con un miembro de los Prosimii, quizá de un Plesiadapidae tardío y altamente especializado, lo que hubiese sido sin duda una adición sorprendente, aunque no inconcebible, a la fauna sudamericana".

Finalmente y tras detalladas comparaciones, este autor concluyó que el enigmático fósil se trataba de un marsupial probablemente emparentado con los cenoléstidos, un grupo de pequeñas comadrejas actualmente representado solamente por los "ratones runchos", restringidos a los hábitat sudamericanos de la cordillera andina. El fósil en cuestión fue denominado *Groeberia minoprioi*, en homenaje a los distinguidos geólogos Pablo Groeber y José Minoprio, y en virtud de sus notables peculiaridades esta especie fue clasificada dentro de una nueva familia de marsupiales, los groebéridos.

Hubo que esperar 18 años para que aparecieran nuevos estudios sobre los groebéridos. Esta vez fue el gran paleontólogo norteamericano George G. Simpson quien describió en 1970 nuevos y más completos restos provenientes de la misma localidad paleontológica. Estos correspondían a la parte anterior o facial de un cráneo y a un fragmento de la mandíbula inferior con ambos incisivos.



Fig. 1. Vista lateral del cráneo de *Groeberia*, un pequeño y enigmático marsupial sudamericano que vivió hace aproximadamente cuarenta millones de años. La altura total del cráneo es de aproximadamente 3 cm.



Fig.2. Izquierda: vista frontal del cráneo de *Groeberia*. Puede apreciarse la gran altura del rostro y los enormes incisivos superiores e inferiores. Las ramas mandibulares están completamente fusionadas entre sí. Centro: cara derecha en semi perfil, mostrando la gran altura del cuerpo mandibular y el robusto arco cigomático que delimita inferiormente la órbita.

Derecha: cara izquierda del mismo cráneo, donde se observa la enorme implantación del primer incisivo superior, así como también el aspecto general de toda la serie dentaria. Entre los dientes superiores se aprecia que los molares (dientes más posteriores) están más desgastados que el canino y los premolares.

Simpson supuso que pertenecían a una especie distinta y aún más pequeña que la anterior, y la denominó *Groeberia pattersoni*, en homenaje al primer investigador que se ocupó de estos particulares mamíferos. A pesar del nuevo hallazgo, la posición sistemática de los groebéridos entre los mamíferos seguía siendo incierta. Ocurre que muchos de los rasgos diagnósticos del esqueleto de los marsupiales se basan en detalles de la anatomía craneomandibular o dentaria que no se habían preservado en ninguno de los ejemplares hasta entonces conocidos. Para colmo, y seguramente influenciados por su aspecto roentiforme, los preparadores técnicos del nuevo resto fósil "fabricaron" una diastema (espacio) entre los incisivos y molares superiores —exactamente como se hizo con la mandíbula original descrita por Patterson—, destruyendo sin querer una serie de dientes intermedios. En realidad, esto último es altamente disculpable teniendo en cuenta el mal estado de preservación del ejemplar y lo complejo que resulta limpiar manualmente un material tan pequeño.

A pesar de todo, el nuevo ejemplar mostraba algunas características muy notables en su región facial, tan peculiares como lo habían sido para Patterson los rasgos mandibulares por él estudiados. En especial, se destacaban la gran altura del rostro, muy corto comparado con el de otros marsupiales, la presencia de dos grandes incisivos en cada premaxilar y la existencia de órbitas

moderadamente grandes y algo orientadas hacia adelante. Con la evidencia disponible, Simpson concluyó que sus hábitos alimentarios podían ser comparables con los de los roedores sólo hasta cierto punto: "No veo forma de correlacionar la exclusiva combinación de caracteres de *Groeberia* con ninguna dieta igualmente exclusiva o con ninguna forma específica de vida similar". Un dato paleofaunístico hacía todavía más interesantes las especulaciones sobre los hábitos de vida de los groebéridos: su aparición en América del Sur es anterior a la llegada de los primates y roedores, y no se conocen groebéridos contemporáneos a estos grupos en nuestro continente. ¿Habían sido "desplazados" los groebéridos por algún tipo de interacción competitiva con estos nuevos grupos, o simplemente los roedores y/o los primates habían ocupado los roles ecológicos dejados vacantes por los groebéridos, cuya extinción obedeció a otras causas? (véase "Marsupiales y evolución").

Recientemente, una expedición paleontológica a la misma localidad fosilífera de Divisadero Largo, a cargo de personal del Museo de La Plata, encontró los restos más completos y mejor preservados de groebéridos hasta ahora conocidos (figura 1). Se trata de un ejemplar adulto con toda la región facial de cráneo y la mandíbula correspondiente, ambos con las series dentarias casi completas. Si bien

los estudios del nuevo material no han concluido aún, son varios los aspectos que merecen ser destacados:

1. Los groebéridos son indiscutiblemente marsupiales. El nuevo hallazgo permitió reconocer claramente tres de los rasgos que distinguen a este grupo de mamíferos: su fórmula dentaria superior incluye tres dientes premolares y cuatro molares, el paladar presenta un par de grandes vacuidades en su región posterior, y la apófisis angular de la mandíbula inferior muestra la típica inflexión que caracteriza a los marsupiales. Sin embargo, es difícil reconstruir la historia evolutiva de los groebéridos. No conocemos entre los marsupiales fósiles o vivientes rasgos craneanos o dentarios que puedan ser considerados ancestrales a los de estos enigmáticos mamíferos. Los groebéridos aparecen y desaparecen del registro fósil sudamericano sin dejar rastros, y su notable combinación de caracteres no permite incluirlos en ninguna de las clasificaciones de marsupiales propuestas hasta el presente.

2. Los groebéridos no eran ni herbívoros ni carnívoros estrictos, sino que se alimentaban más probablemente en base a frutos duros, semillas e insectos. Sus poderosos incisivos no muestran facetas de desgaste en bisel, como ocurre en los roedores, y muy probablemente actuaban en la captación y fragmentación inicial del alimento (figura 2). La serie de dientes posteriores a los incisivos es de corona corta y se dispone

MARSUPIALES Y EVOLUCIÓN

La teoría de la evolución constituye uno de los grandes conceptos unificados de la Biología moderna. En palabras de Charles Darwin, la evolución de los seres vivos implica descendencia con modificación canalizada a través de la selección natural. Esto es, una historia de cambios transmitidos de generación en generación y que representan un avance o ventaja en sus posibilidades de supervivencia y reproducción.

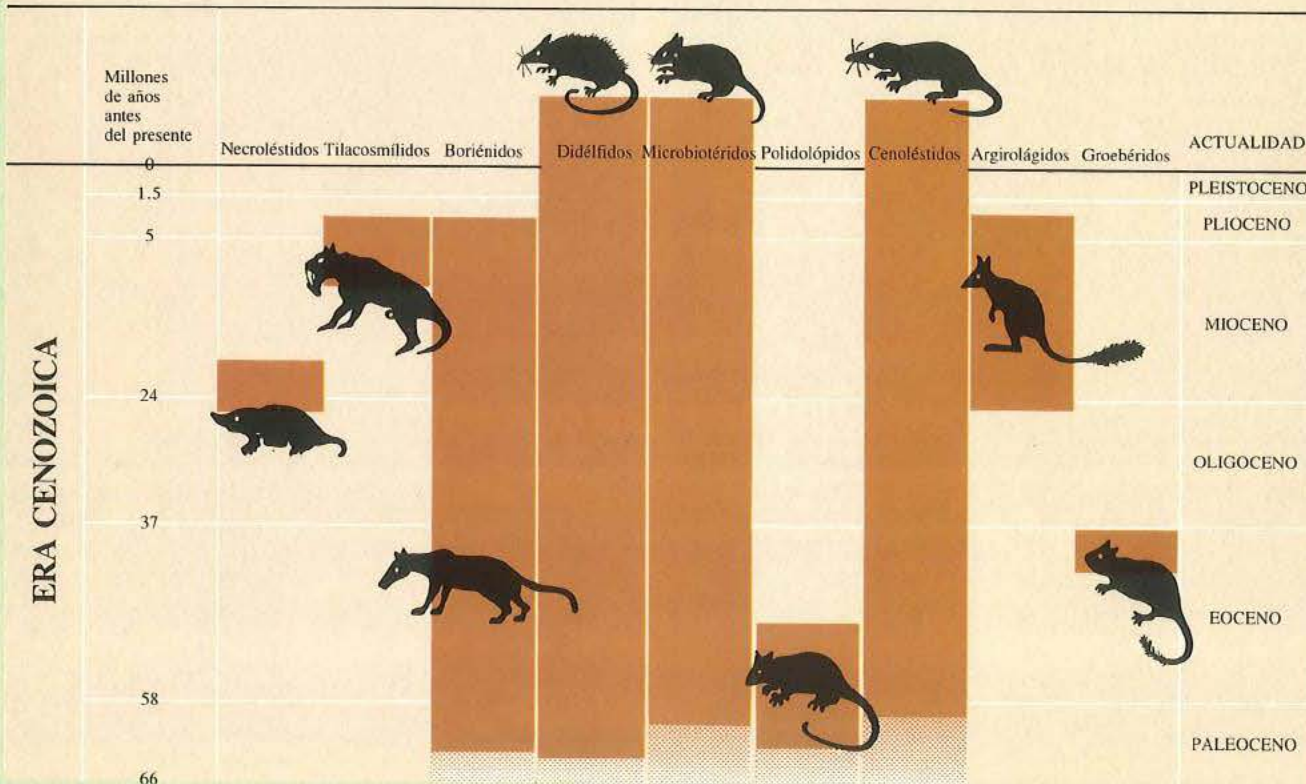
Un importante fenómeno evolutivo es el denominado "radiación adaptativa", un proceso de expansión y diversificación de los organismos que generalmente representa el desarrollo de adaptaciones (morfológicas, fisiológicas, etc.) a diferentes modos de vida o a distintos nichos ecológicos. Según Rosendo Pascual y Mariano Bond, paleontólogos del Museo de La Plata, los marsupiales sudamericanos ya habían diferenciado a comienzos de la Era Cenozoica (hace aproximadamente 65 millones de años) los principales tipos ecológicos que desempeñaron desde entonces. Dicha radiación incluyó grupos de hábitos alimentarios omnívoros, carnívoros estrictos e insectívo-

ro-frugívoros. Por el contrario, los marsupiales no desarrollaron grandes formas estrictamente herbívoras, ya que los nichos ecológicos correspondientes a los grandes pastadores y ramoneadores habían sido tempranamente ocupados por los edentados (representados actualmente por los "peludos", "mulitas", "perezo-sos", etc.) y varios órdenes de ungulados nativos ya extintos.

Entre los grupos extinguidos de marsupiales los carnívoros estuvieron representados por los boriénidos y los tilacosmílidos. Los argirolágidos eran pequeños herbívoros altamente especializados. Los polidolópodos, y probablemente también los groebéridos se alimentaban de frutos, insectos y semillas. Los necroléstidos eran formas probablemente cavadoras y de hábitos insectívoros. Los únicos grupos que persistieron hasta la actualidad fueron los generalizados didélfidos (las comadrejas), los microbiotéridos (el monito del monte) y los cenoléstidos (los ratones runchos). Otro fenómeno evolutivo que ocurrió repetidas veces en la historia de los marsupiales es el denominado "convergencia".

Entre la enorme diversidad de seres vivientes, existen formas que alcanzaron tipos de vida muy similares aun proviniendo de ancestros muy diferentes. Los delfines están perfectamente adaptados a la vida en el agua, pero a nadie se le ocurriría clasificarlos junto a los peces o los ictiosaurios. Estas "convergencias" han ocurrido numerosas veces en la historia de la vida sobre la Tierra. América del Sur ha brindado, precisamente, clásicos ejemplos de convergencias entre sus mamíferos nativos y aquellos de otras partes del mundo. Entre los mismos marsupiales, por ejemplo, se encuentran varias especies de la familia de los boriénidos que son convergentes con otros mamíferos carnívoros, como los perros o los hurones. En el caso de los groebéridos, existen algunas semejanzas generales entre estos y ciertos primates del grupo de los prosimios (como el aye aye) que sugieren hábitos de vida similares. ¿Podemos hablar entonces de convergencias entre los groebéridos y los prosimios? Probablemente sí, pero las evidencias disponibles no permiten más que aproximaciones muy generales a esta cuestión.

CUADRO EVOLUTIVO DE LOS MARSPIALES SUDAMERICANOS



Principales familias de marsupiales que evolucionaron en América del Sur a lo largo de la Era Cenozoica. Las siluetas no están en escala. (Varías figuras han sido modificadas de Kirsch, 1977, *Amer. Scient.* 65 (3): 276-288.)

apretadamente, como ocurre en muchos primates. Entre los dientes superiores, el tercer premolar aparece notablemente "torsionado" sobre su eje vertical, ofreciendo un borde filoso en su cara oclusal. Una estructura de este tipo parece especialmente adecuada para partir caparazones de insectos, semillas y pequeños frutos, aun de aquellos de envoltura leñosa. Por su parte, los dientes molares presentan un grado de desgaste que permiten inferir una trituración intensiva del alimento. Todos los dientes tienen una gruesa capa de esmalte, como ocurre en los primates y otros animales omnívoros. El paladar es muy alto y abovedado, lo que parece indicar que los groebéridos tenían una lengua muy móvil y musculosa, capaz de movilizar el alimento durante su ingestión y trituración. Los arcos cigomáticos (que conforman los pómulos), muy desarrollados y robustos al igual que toda la mandíbula inferior, sugieren que la musculatura masticatoria era muy poderosa y que probablemente existían fuertes mejillas y labios móviles (figura 3). Si bien no se han preservado completamente las órbitas, la enorme expansión lateral de los arcos cigomáticos y el borde anterior de las mismas sugieren que éstas se orientaban algo más anteriormente que en otros marsupiales como las comadrejas vi-

vientes. Finalmente, existen evidencias que indican que el robusto incisivo inferior accionaba, durante los procesos masticatorios, no sólo contra los primeros incisivos superiores sino también contra los segundos incisivos y los caninos. Este mecanismo, infrecuente entre los mamíferos, parece indicar un complejo sistema de captación y preparación del alimento en la parte anterior de la boca. Realmente es muy difícil precisar cómo era la masticación de los groebéridos ante tal variedad de estructuras dentarias y una mandíbula inferior completamente anquilosada. Probablemente la lengua haya tenido un papel importante en el transporte del alimento dentro de la boca, y tal vez en su trituración contra las estructuras dentarias.

3. ¿A qué se parecían los groebéridos? Como ya lo expresara Simpson, parece imposible relacionar a estos marsupiales con algún modo específico de vida. La única semejanza evidente entre éstos y los roedores es la hipertrofia de los incisivos, pero, como hemos mencionado anteriormente, éste es sólo un parecido superficial, mientras que las diferencias craneomandibulares y dentarias entre ambos grupos son enormes. Algunos marsupiales australianos de hábitos alimentarios similares a los inferidos para los groebéridos, como *Dac-*

tylopsila (el "cuscús rayado") (figura 4), muestran un aspecto morfológico que recuerda en parte al de los groebéridos. Pero aquí también las diferencias son mayores que las semejanzas: el rostro de *Dactylopsila* es mucho más alargado, su número y morfología dentarias son distintos y los incisivos muestran un grado diferente de desarrollo e implantación intra-alveolar. Finalmente, existen algunos primates del grupo de los prosimios, especialmente *Daubentonia madagascariensis*, el "aye aye" viviente de la isla de Madagascar (figura 5), que coinciden en su aspecto general con el cráneo de *Groeberia*: ambos muestran un rostro sumamente corto, órbitas convergentes hacia adelante —si bien este rasgo está menos acentuado en los groebéridos—, incisivos hipertrofiados y molares de corona corta. A pesar de que distan de ser idénticos —sobre todo en su fórmula dentaria y morfología e implantación de los incisivos— sus semejanzas generales parecen sugerir similares hábitos de vida. Los prosimios constituyen el grupo más primitivo de primates y se diferencian de los monos más modernos —agrupados en el Suborden Anthropeoidea— por su hocico más alargado, la caja cerebral algo más pequeña y la confluencia de las fosas temporales y orbitales. En realidad, las cos-



Fig. 3. Izquierda: vista del paladar de *Groeberia* con todos los dientes superiores. El paladar es muy abovedado y presenta fenestras en su mitad posterior. Los dientes se disponen apretadamente entre sí, como ocurre en muchos primates. El diente más saliente de la serie es el tercer premolar.



Derecha: la mandíbula en vista oclusal. Nótese la robustez de ambas ramas mandibulares y la gruesa capa de esmalte que rodea a todos los dientes. Los espacios entre incisivos y molares se deben a que no se preservaron los dientes intermedios.

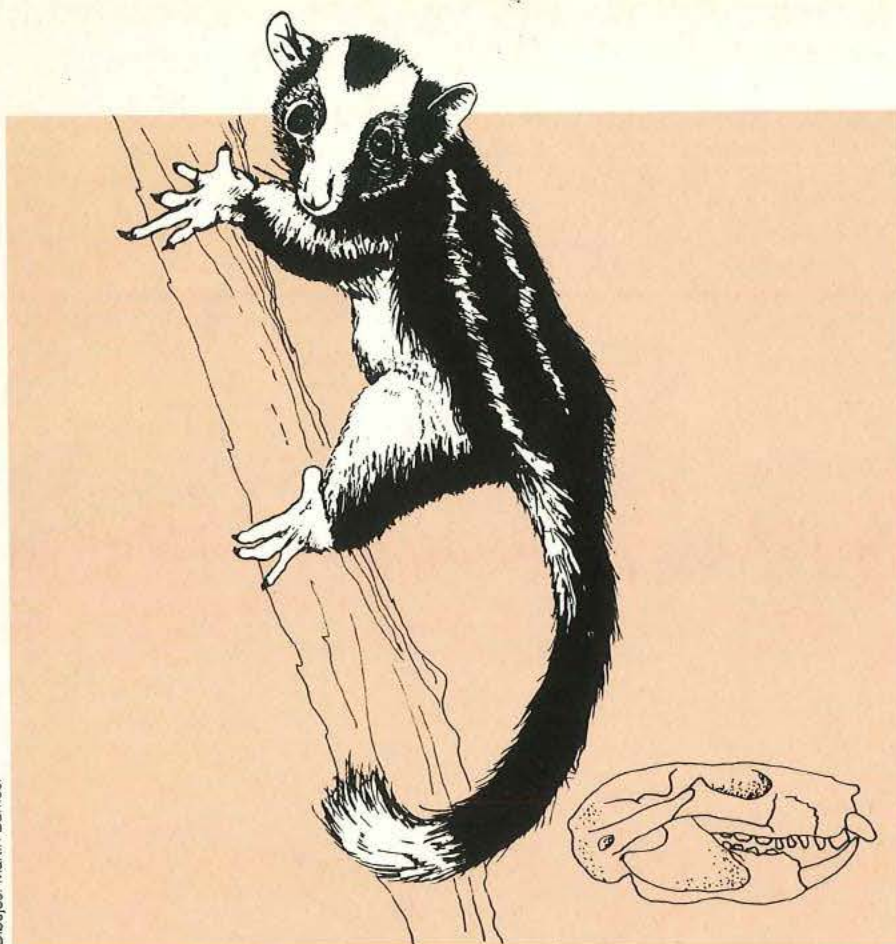


Fig. 4. Aspecto general de *Dactylopsila*, un pequeño marsupial australiano de hábitos arborícolas. Abajo, derecha: vista lateral del cráneo.

tumbres del aye aye son poco conocidas. Parecen ser animales muy tímidos, nocturnos y restringidos a las selvas tropicales de Madagascar. Son arborícolas y se alimentan básicamente de insectos y larvas extraídos de las cortezas de troncos y ramas. Ahora bien, el aye aye tiene una fórmula dentaria simplificada con respecto a la de los groebéridos, pues carece de dientes caninos y premolares. Esta diferencia entre ambos podría explicarse por el mayor componente frugívoro—esto es, frutos, brotes y semillas— que parecen haber tenido los groebéridos con respecto a estos prosimios, cuyos hábitos son fundamentalmente insectívoros. Es muy interesante la forma en que el aye aye se alimenta. No sólo utiliza sus incisivos para hurgar en las cortezas y huecos de los árboles, sino que dispone de una espectacular “herramienta” natural: el dedo medio de cada mano es extremadamente largo y delgado, como un alambre con el que el aye aye rasca y pincha la madera de troncos y ramas en su búsqueda de insectos. ¿Disponían los groebéridos de una estructura similar? Con las evidencias disponibles es imposible saberlo, pero es interesante destacar que una adaptación tan extraordinaria no es exclusiva del aye aye. El ya mencionado marsupial australiano *Dactylopsila*—cuya dieta es similar a la inferida para los groebéridos— también pre-

senta una estructura similar, en este caso en el cuarto dedo de cada mano.

Durante buena parte de este siglo, varios rasgos estructurales presentes en los primates fueron considerados como típicas adaptaciones a la vida en los árboles: dedos con uñas en lugar de garras, pulgares oponibles en las extremidades y órbitas cercanamente dispuestas y relativamente anteriores en el esqueleto crancano. Se suponía que estos rasgos permitían a los primates aferrarse mejor a los troncos y ramas con sus miembros y que la confluencia de las órbitas (y, por lo tanto, la superposición en los campos visuales de ambos ojos) permitía una estimación estereoscópica de las distancias de salto entre rama y rama. En 1974, sin embargo, M. Cartmill, un especialista norteamericano en primates, señaló que la mayor parte de los mamíferos arborícolas no primates carece de estos rasgos. En efecto, muchas ardillas, felinos, coatíes y varios marsupiales presentan garras, pulgares no oponibles y ojos dispuestos lateralmente, no obstante lo cual llevan una exitosa vida en los árboles. Cartmill propuso un modelo explicativo alternativo y concordante con estas evidencias: la hipótesis de la “depredación visual”. Según ésta, la confluencia orbital y las especializaciones neurológicas rela-

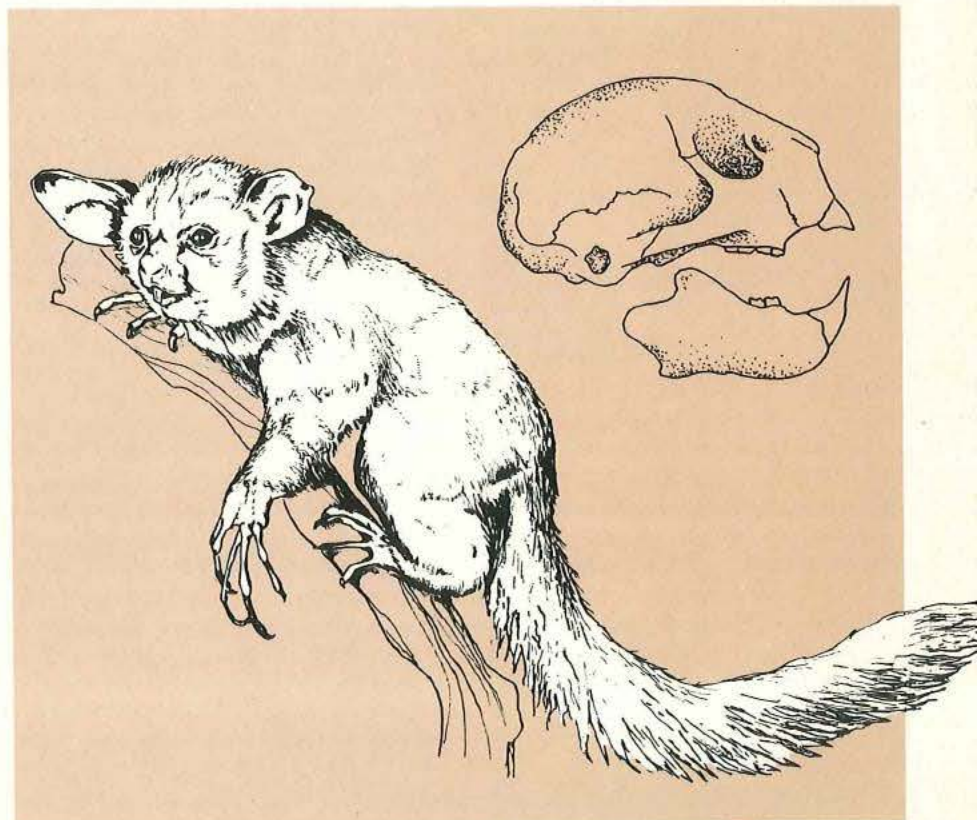


Fig. 5. *Daubentonia madagascariensis*, un primitivo primate del grupo de los prosimios que vive actualmente en la isla de Madagascar. Si bien su cráneo presenta algunas similitudes generales con el de *Groeberia*, ambos distan de ser idénticos.

cionadas constituyen una adaptación depredadora similar a la que existe en los felinos o en los búhos, permitiendo al animal en acecho estimar su distancia a las presas sin necesidad de mover la cabeza. Por su parte, las adaptaciones en los miembros anteriores y posteriores de los primates les habrían permitido una aproximación cautelosa hacia sus presas y su posterior manipulación durante la captura de las mismas. Ahora bien, la depredación visualmente dirigida sobre los insectos en los niveles arbóreos bajos de las selvas tropicales es una característica de muchos prosimios vivientes, así como también de los camaleones y de una serie de marsupiales de pequeño tamaño, como los didélfidos sudamericanos —nuestras “comadreas”—. Entre otros rasgos primitivos, las comadreas —que en gran parte son arborícolas o semiarborícolas— conservan cinco dedos en cada extremidad, son plantígradas, tienen el pulgar oponible y sin garras en los miembros posteriores, los anteriores son usualmente utilizados en la captura de sus presas, y tienen una cola prensil que les permite aferrarse aún mejor a las ramas de los árboles o arbustos. Todos estos rasgos son estructuralmente ancestrales a los de muchos grupos de marsupiales —sudamericanos y australianos—, por lo que no es difícil imaginar que *Groeberia* pudo haber derivado de una rama de marsupiales con estas características. Teniendo en cuenta esto último, sus hábitos alimentarios inferidos y el carácter parcialmente convergente de sus órbitas, parece razonable suponer entonces que los groebéridos fueron marsupiales arborícolas o semiarborícolas que actuaban como depredadores visuales en la captura de insectos.

Podemos inferir algo más sobre los hábitos de estos extraordinarios marsupiales extinguidos? Nuevamente, algunos rasgos de las primitivas comadreas sudamericanas vivientes nos pueden ayudar en nuestra especulación sobre los groebéridos. Entre los representantes de esta familia de marsupiales, las “comadreas lanudas” del género *Caluromys* presentan características que se asemejan a aquellas inferidas para los groebéridos (figura 6). Son animales pequeños, de hábitos básicamente arborícolas y frugívoros y, comparados con otros didélfidos, sus órbitas son relativamente grandes y el rostro es corto—si bien no alcanza el extremo acortamiento de los groebéridos—. En 1981, los biólogos norteamericanos J. Eisenberg y D. Wilson publicaron una serie de resultados que correlacionaban el tamaño cerebral relativo y las estrategias demográficas de los didélfidos vivientes. Ellos sugirieron que la delicada coordinación motora requie-

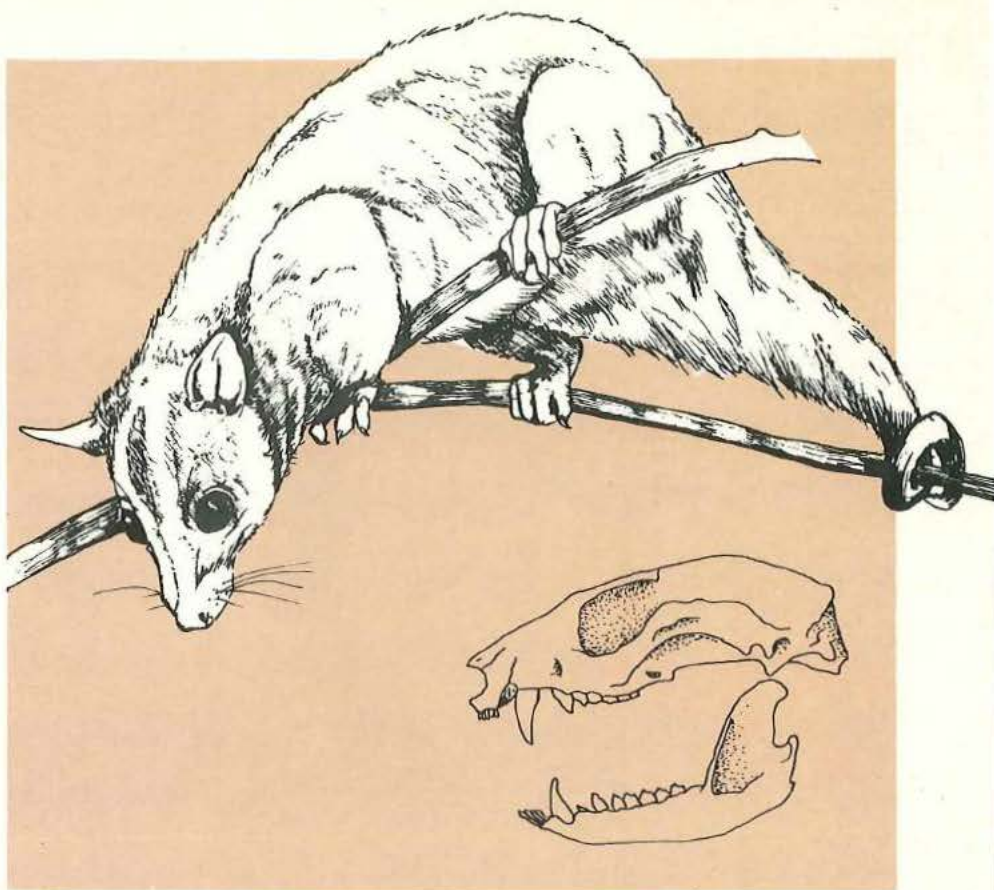


Fig. 6. *Caluromys*, una pequeña comadreja sudamericana de hábitos frugívoros y arborícolas. Si bien su cráneo es muy distinto al de los groebéridos, algunos de sus hábitos de vida pueden haber sido similares. En relación a otras comadreas sudamericanas, el cráneo de *Caluromys* tiene el rostro corto y las órbitas grandes.

rida por la vida en los árboles habría favorecido presiones selectivas conducentes a un aumento del tamaño cerebral en las formas más arborícolas. Además, expresaron que este aumento está asociado a una serie de adaptaciones o “síndromes” reproductivos que incluyen: una vida relativamente más larga, menor número de hijos por camada, lento desarrollo de los individuos juveniles y un aumento de los cuidados maternos. Estos dos últimos rasgos podrían, a su vez, haber estado asociados a una situación de aprendizaje social más compleja.

El concepto de “síndrome reproductivo” es sumamente interesante y ha sido la base de hipótesis concernientes al origen mismo del hombre. Eisenberg y Wilson encontraron que los mayores coeficientes de encefalización se daban en las especies del género *Caluromys*, las cuales comparten rasgos que son excepcionales entre los didélfidos: un escaso número de hijos por camada (entre 1 y 6); longevidad relativamente grande (hasta 62 meses) y un ritmo metabólico comparativamente alto. Los autores concluyeron que este pequeño marsupial (cuyo peso varía entre 170 y 360 gramos según las especies) habría sobrellevado presiones selectivas conducentes a

una estrategia reproductiva que, en parte, es convergente con la de los actuales prosimios nocturnos. Vemos pues que dos marsupiales lejanamente emparentados entre sí, como *Caluromys* y *Groeberia*, muestran algunos de sus rasgos convergentes con los de los prosimios actuales. Si nuestra presunción sobre los hábitos arborícolas de *Groeberia* es correcta, ¿significa esto que los groebéridos presentaban un “síndrome reproductivo” similar al que se observa en *Caluromys*? Tal vez nunca lo sepamos, pero un enunciado de este tipo constituye una buena hipótesis de trabajo.

Una última cuestión: ¿por qué los groebéridos aparecen y desaparecen del registro fósil tan abruptamente? Probablemente la respuesta correcta la dio Simpson hace 18 años: “Una clave posible es que estas faunas pertenecen a una zona templada de Argentina y que faunas más tempranas son muy inadecuadamente conocidas en el norte de este continente (figura 7). Parece una hipótesis razonable, si bien no hay evidencias directas, que estos grupos evolucionaron en lo que hoy son (y muy probablemente eran entonces) los trópicos, y fueron recolectados en nuestro registro sólo cuando se dispersaron hacia lugares que para ellos eran áreas marginales”.



Fig. 7. La flecha indica el yacimiento fosilífero de Divisadero Largo, en la provincia argentina de Mendoza, donde han sido encontrados restos de groeberíidos. La línea quebrada indica la posición del Trópico de Capricornio. Simpson supuso que los groeberíidos evolucionaron en áreas intertropicales, por lo que su presencia en Divisadero Largo responde a una dispersión posterior hacia zonas que para ellos eran áreas marginales.

Reconstruir un animal extinguido sobre la base de unos dientes y un pedazo de cráneo constituye una operación de alto riesgo. Sin embargo, difícilmente un paleontólogo encuentre una actividad más placentera. En esta nota hemos recurrido a una herramienta muy útil para los estudiosos del pasado: el "actualismo", que consiste en observar estructuras y procesos que existen actualmente en la naturaleza, para luego inferir, hasta cierto grado y con muchas restricciones, qué pudo haber ocurrido en las formas fósiles. Se comprende entonces el carácter altamente especulativo e hipotético de nuestras inferencias y presunciones. Es de esperar que nuevos hallazgos, futuras evidencias geológicas, faunísticas y paleoecológicas permitan confirmar, descartar o reinterpretar las ideas aquí presentadas. Lo que resulta incuestionable es que los extinguidos groeberíidos confirman una vez más la extensa radiación adaptativa alcanzada por los marsupiales sudamericanos a lo largo de la Era Cenozoica. Dicha radiación incluyó muy distintos y variados tipos morfológicos, fisiológicos y ecológicos, entre los cuales *Groeberia* sobresale por sus exclusivas peculiaridades y por los enigmas que cada nuevo hallazgo plantea en torno suyo.



Fig. 8. Una reconstrucción del probable aspecto que presentaban los groeberíidos en vida.

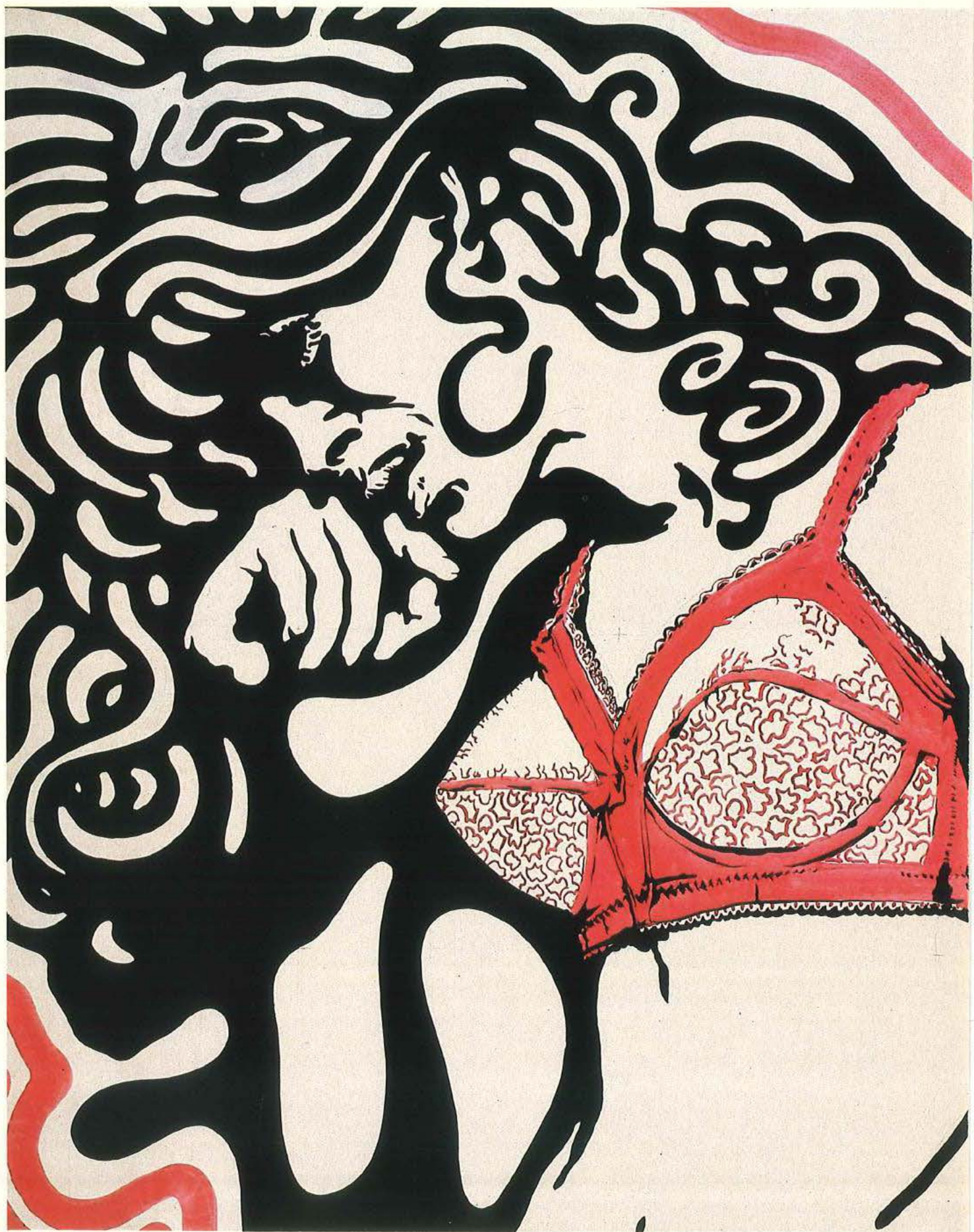


LECTURAS SUGERIDAS

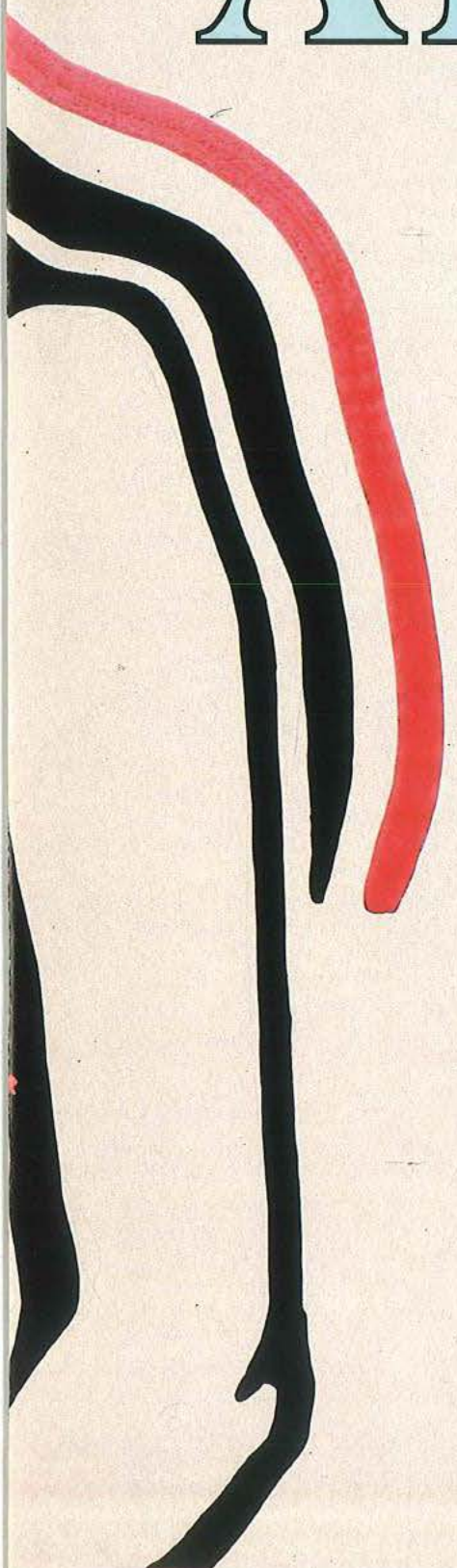
CARTMILL M., "Rethinking primate origins", *Science*, vol. 184, N° 4135, págs. 436-443, 1974.
EISENBERG H. F. y WILSON D. E., "Relative brain size and demographic strategies in didelphid marsupials", *The American Naturalist*, vol. 118, N° 1, págs. 1-15, 1981.
PATTERSON B., "Un nuevo y extraordinario

marsupial deseadiano", *Revista del Museo Municipal de Ciencias Naturales y Trad. de Mar del Plata*, N° 1, págs. 39-44, 1952.

SIMPSON G. G., "Addition to the knowledge of *Groeberia* (Mammalia, Marsupialia) from the mid-Cenozoic of Argentina", *Breviora*, vol. 362, págs. 1-17, 1970.



ABORTO



Silvina Ramos

Centro de Estudios de Estado y Sociedad

El tema de la legitimidad del control voluntario de los nacimientos y de los embarazos y de los métodos para llevarlo a cabo, esencialmente la anticoncepción y el aborto inducido, despierta de antemano controversias de toda índole. Pero, por encima de consideraciones éticas, filosóficas y religiosas, o de las connotaciones emocionales que convoca, la práctica del aborto es un episodio vinculado con la salud de la población. Es necesario caracterizar el aborto como fenómeno social e indagar acerca de cuánto, cuándo, cómo y por qué las mujeres recurren a él. Y asumir, además, el desafío asistencial que involucra su incorporación a la agenda de la salud pública.

Jorge de la Vega. El cuerpo. Colección Marta y Ramón de la Vega. Foto: Flora Benporad.

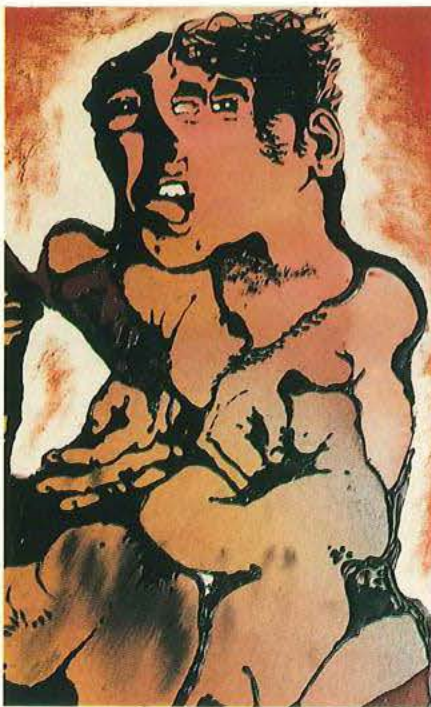
El aborto inducido es una de las formas más antiguas de regulación de la fecundidad y, por cierto, la más convertida en la actualidad. Hasta la aparición en escena de la inseminación in vitro ningún otro procedimiento quirúrgico de carácter voluntario produjo anteriormente el debate que ha producido el aborto, generó tanta controversia emocional y moral, y recibió tanta atención por parte de los responsables de la salud pública y de los defensores de los derechos y del bienestar de las mujeres.

Si bien el recurso del aborto y sus prácticas son conocidas desde muy antiguo en la mayoría de las sociedades —casi siempre transmitidas en forma clandestina— la innovación que plantea la reciente polémica consiste en que discute su utilización libre y legítima cuando el embarazo ha sido involuntario o cuando se prevén ciertos peligros en su continuación. En el presente, diferentes discursos ideológicos se disputan el derecho a definir y calificar la naturaleza del aborto: los movimientos feministas, los movimientos pro y anti aborto, la Iglesia y la Ley entre otros. Más allá de sus diferentes posiciones, estos discursos han contribuido a “secularizar” el tema: la interrupción voluntaria del embarazo ha dejado de ser un tema de competencia exclusiva de la conciencia individual para delinearse como tema de salud pública, de derecho liberal o de política social de bienestar.

Desde el punto de vista legal, y visto en perspectiva histórica, se ha producido en la legislación, en las pasadas décadas, una verdadera revolución. En 1954 el aborto era ilegal en todos los países del mundo, excepto en Islandia, Dinamarca, Suecia y Japón. En los 30 años que siguieron, más de 30 países, incluyendo algunos de los más populosos del mundo subdesarrollado como China e India, modificaron sus leyes restrictivas para permitirlo bajo el requerimiento de la mujer o debido a una amplia gama de indicaciones sociales.

Paralelamente a este proceso de “puesta en escena” del aborto, de construcción de una polémica acerca de su legitimidad y de cambios en las legislaciones sobre el tema, ocurrieron otros procesos relacionados con estos fenómenos. Desde comienzos de la década de los sesenta, la difusión de los anticonceptivos modernos (píldora y DIU) ha sido continua y ha atravesado fronteras geográficas y sociales. Un poco más adelante en el tiempo, las técnicas abortivas comenzaron a ser mejoradas: la dilatación y curetaje ha sido paulatinamente reemplazada por la técnica de aspiración. En el presente, la realización de un aborto no compromete necesariamente la vida, ni la salud, ni la fertilidad futura de la mujer.

Estos dos procesos fueron en diferente



medida responsables de descensos en las tasas de fecundidad en el mundo entero. Los programas de planificación familiar públicos y privados llevados adelante en la mayor parte del mundo subdesarrollado favorecieron un clima de aceptabilidad y accesibilidad a métodos de regulación de la fecundidad eficaces. América latina no escapó a esta tendencia, y desde comienzos de los años sesenta comenzó a mostrar descensos en sus tasas de fecundidad.

Algunos estudios señalan como principal responsable de la persistente declinación de la fecundidad en esta región a la difusión de las prácticas anticonceptivas, y conjeturan —dada la precariedad de la información disponible— que el aborto inducido debe haber jugado un papel importante.

La Encuesta Mundial de Fecundidad en los años ochenta obtuvo escasa información en América latina, en buena medida debido a la negativa de algunos gobiernos de la región a aplicar el módulo de la encuesta especialmente destinado a relevar información sobre prácticas abortivas. A pesar de ello, la evidencia recogida sugirió que en todos los países del subcontinente, mujeres de diferente posición en la estructura social recurren al aborto a pesar de los códigos penales, las sanciones religiosas y los graves peligros para la salud personal. Conviene aquí señalar algunas cuestiones. En primer lugar, en todos los países de América latina el aborto es considerado un delito penal, por lo tanto se halla absolutamente prohibido, salvo en algunas legislaciones para las cuales las situaciones de violación, incesto o grave peligro para la vida de la mujer justifican la demanda de un aborto legal. En segundo lugar, y dado precisamente este encuadre jurídico, todos los abortos en América latina son ilegales y por lo tanto, clandestinos. Los efectos que trae aparejada esta situación para la pobla-

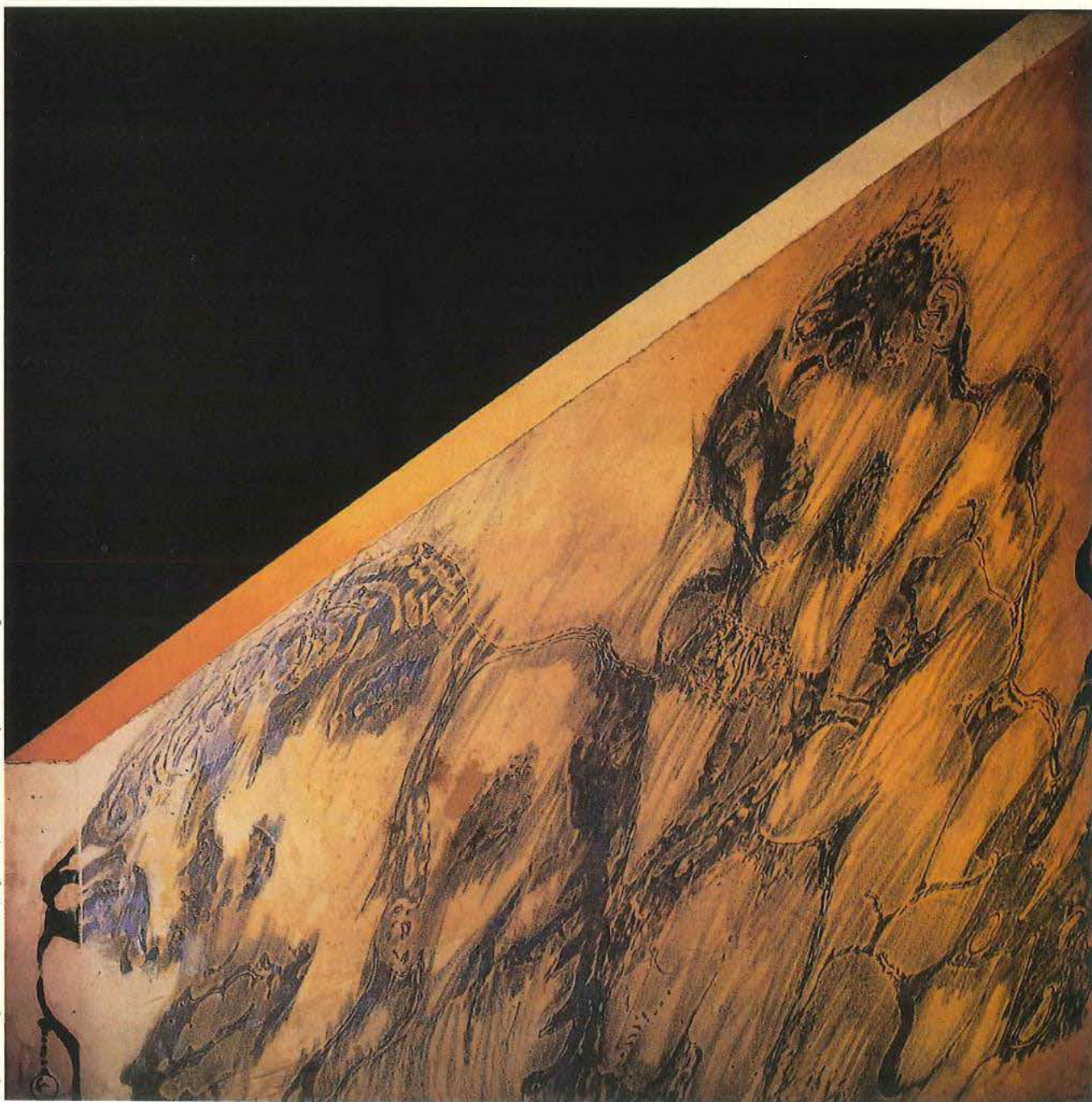
ción femenina son obvios: la mayor parte de los abortos realizados en nuestros países no guardan condiciones mínimas de asepsia e higiene, y ponen en peligro la salud y la vida de las mujeres. Los abortos incompletos son el diagnóstico más común cuando las mujeres son admitidas en los hospitales públicos, con fuertes hemorragias e infecciones post aborto, causadas por la retención de restos de placenta o por alguna lesión producida en el cuerpo uterino. En América latina los abortos ilegales están asociados a altas tasas de mortalidad materna, las que con fuertes variaciones entre países se ubican entre un 60 y un 270 por 100.000 nacidos vivos.

Desde el punto de vista demográfico nuestro país es en buena medida diferente del resto de América latina: la natalidad comenzó a descender a fines del siglo pasado, y el ritmo de ese descenso se aceleró a partir de la primera década del siglo XX. Este singular comportamiento de la fecundidad nos anima a conjeturar que la población argentina ha recurrido al uso de algunos métodos para regular los nacimientos desde épocas tempranas.

En la Argentina el binomio anticoncepción-aborto ha sido, con diferentes matices pero sin distinción de regímenes políticos, sistemáticamente excluido como preocupación de las políticas sociales y de las estadísticas oficiales. La actitud del Estado ha sido a este respecto más de omisión que de acción, y sus contadas intervenciones directas se orientaron a desarticular iniciativas privadas de difusión y cobertura de asistencia anticonceptiva.

Por último, desde el punto de vista legal, nuestro país sostiene una legislación de carácter restrictivo. El Código Penal argentino se refiere al aborto como un delito contra la vida y contra la persona, y penaliza tanto al tercero que lo provoca como a la mujer que se provoca a sí misma o que se deja asistir. A pesar de la contemplación de algunas causas que lo despenalizan, el proceso de obtener un aborto “legal” es muy dificultoso en la Argentina, y las justificaciones precisadas en la legislación no constituyen una opción real y efectiva para las mujeres.

Con la intención de conocer y comprender las modalidades del comportamiento reproductivo de las mujeres de sectores populares, encaramos en el Centro de Estudios de Estado y Sociedad (CEDES) con Juan José Llovet una investigación sobre una muestra de 121 mujeres con dos o tres hijos seleccionadas de los registros de historias clínicas de dos servicios de salud (uno público y otro de la



seguridad social) que atienden la demanda de este sector social. Dada la problemática enfocada, el aborto fue obviamente una de nuestras preocupaciones. Lo que exponemos a continuación son algunos de los resultados obtenidos en dicha investigación. Si bien nuestro trabajo no responde a los lineamientos característicos de un estudio con intenciones de representatividad, el diseño muestral respondió a criterios que condensan paradigmáticamente los atributos propios de los sectores populares.

Entre las 121 mujeres de la muestra hubo 36 que abortaron al menos una vez: casi una de cada tres mujeres decidieron realizarse un aborto en algún momento de su vida

previo a este estudio. Al mismo tiempo, las mujeres de la muestra tuvieron un total de 349 embarazos, de los cuales 49 terminaron en abortos, lo que representa un 14% del total de embarazos: de cada 10 embarazos, uno y medio terminaron en aborto. En base a estos datos pueden calcularse las siguientes medidas de incidencias para las mujeres del estudio:

a) tasa de abortos por 100 mujeres = 40,5; b) proporción de abortos por 100 embarazos = 14; c) número medio de abortos por mujer = 0,4.

El número medio de abortos por mujer está indicando que ha habido casi medio aborto por mujer. Si calculamos esta medi-

da sólo para las mujeres que tuvieron al menos un aborto hasta el momento del estudio, esta medida asciende a 1,4 abortos por mujer.

El momento del ciclo de vida reproductivo en el cual una mujer decide realizarse un aborto constituye un dato de relevancia para comprender el sentido de esa acción. Las condiciones familiares y personales que rodean una decisión de aborto, así como el conjunto de configuraciones culturales de las que la mujer es portadora, se articulan y crean una disponibilidad hacia la interrupción del embarazo, para la cual el momento del ciclo de vida de la mujer y de la familia funcionan como contextos que pueden de-

sestimular o reforzar una decisión. Un aborto de soltera no se sostiene en la misma constelación de motivaciones que un aborto de casada, como tampoco un aborto antes del primer hijo y otro después del tercero. Cada mujer y cada pareja van construyendo en el tiempo y en el espacio un tipo particular de prole: la decisión de abortar se construye sobre la particularidad de la situación personal y familiar.

Combinando dos criterios de ordenamiento temporal posibles, la paridez y el casamiento, las mujeres del estudio se diferenciaron claramente:

1. Las mujeres que abortaron antes del casamiento y antes del primer hijo, en tanto solteras y nulíparas.
2. Las mujeres que abortaron después del casamiento y antes del primer hijo, demostrando el nacimiento del primer hijo.
3. Las mujeres que abortaron después del casamiento y después del primer hijo, en tanto casadas y madres, para espaciar la crianza de sus hijos o para limitar su número.

La distribución de la población en estos tres grupos muestra una concentración del 55,5% de los casos (20 mujeres) en el tercer grupo, el de las que abortan después de casadas y de haber sido madres; un 28% (10 mujeres) en el primer grupo, el de las que abortan siendo solteras y nulíparas, y por último un reducido número de casos—cinco mujeres—que abortan entre el casamiento y el nacimiento del primer hijo. De estas cifras puede inferirse además que el 80% de las mujeres que abortan por primera vez después del casamiento, lo hacen luego de tener el primer hijo.

El motivo fundamental por el cual una mujer aborta es que no quiere continuar con un embarazo, esto es, quiere interrumpir el proceso por el cual llegaría a tener un hijo. Una mujer puede haberse embarazado sin quererlo, o puede haber cambiado de parecer por circunstancias personales y sociales en el inicio del embarazo, y no quiere tener un hijo en ese momento de su vida. Las razones por las cuales una mujer no quiere continuar un embarazo constituyen una problemática compleja y equívoca donde se intersectan, refuerzan, contradicen y anulan motivaciones conscientes e inconscientes, individuales y familiares, sociales y culturales.

“Yo todavía no quería, pero si viene... viene. Yo no sé si quería seguir ese embarazo, si no lo esperaba, pero no pensé nada para hacerlo, me daba miedo.”

“Me puse mal porque pensaba en mi mamá y papá, porque no estaba casada y era de cinco meses y no se podía hacer nada; aparte yo no quería hacerme nada, pero cuando me enteré sí quise seguir.”

“Yo ya tenía chicos grandes y no teníamos condiciones económicas buenas. Tuve mucha sorpresa, me parecía mentira, pero después me alegré muchísimo; no sé si quería seguirlo, no quería creerlo, no me convencía, casi no quería pensarlo... pero no hice nada.”

“Mi primera reacción fue negativa porque no quería tan pronto; después ya me acostumbré y me puse contenta. No quería seguir con el embarazo, tomé unas pastillas, pero después quise seguir y dejé de tomar y consulté con un médico para asegurarme de que esas tomas no le traerían problemas al chiquito.”

“Mi reacción fue normal, no lo buscábamos ni lo dejábamos de buscar.”

“Yo fui a un particular para hacerme alguna cosa, pero mi marido no quería que lo hiciera, pero yo vi que era muy chiquitita la otra nena, pero él se puso firme... yo no quería seguir, fui a un médico de Podestá, me dijo que estaba embarazada y que cobraba 350; cuando le dije a mi marido me dijo ¡vos no te hacés!, lo hubiéramos podido pagar pero él no quiso que me lo hiciera, hasta ahora sigue diciendo, si vos quedás, ¡todos los que vengan!”

“Me puse un poco nerviosa, me sentía muy mal; al principio no quería pero después sí quise, y mucho...”

Frente a un embarazo que no se quiere continuar, el aborto es la única alternativa eficaz. Pero en tanto éste comporta costos emocionales y sociales, la decisión de abortar no siempre se toma.



Por esto es necesario distinguir entre intentos de aborto y abortos efectivos. Los intentos de aborto por lo general se dan a través de intervenciones menores con las cuales se procura interrumpir el embarazo: uso de hierbas o duchas vaginales, ingesta de píldoras, aplicación de inyecciones de regularización menstrual, traumas autoprovocados y preparados abortivos. Muchas veces estos intentos, lejos de cumplir con el propósito para el cual son ensayados, son totalmente neutros o inocuos o bien acarrear lesiones sin producir necesariamente el desprendimiento del huevo. Los abortos efectivos habitualmente implican intervenciones mayores en las que se utilizan medios quirúrgicos, como el catéter o la sonda, la dilatación o el curetaje o la aspiración.

Las mujeres entrevistadas refirieron haber llevado a cabo los dos tipos de intervenciones. Respecto de los abortos efectivos dijimos anteriormente que de las 121 mujeres de la muestra, 36 habían abortado al menos una vez. Entre los motivos invocados para fundamentar la decisión de abortar, prevalecieron los problemas en la relación conyugal, las condiciones de vida y la falta de apoyo. Sólo en dos casos fueron esgrimidas razones de salud (cesáreas muy próximas).

“Tenía muchos problemas con mi marido y con mi suegra; no tenía casa propia y todo nos iba mal... ya uno sufría escuchando discutir a los padres, para qué otro más...”

“Yo veía que no íbamos a seguir con mi marido, así que... qué iba a ser de él, quién lo iba a mantener...”

“Todavía no podíamos casarnos, no estábamos muy seguros... y además no teníamos medios económicos para hacerlo...”

“El muchacho no quería saber de nada, qué iba a hacer yo...”

“Yo estaba sola, nadie respondía por ese embarazo, ya no podía mantener a otro más... era muy difícil sobrellevar aquella situación de soledad...”

En cuanto a los intentos de aborto, se registraron 15 casos (una de las mujeres lo intentó con dos embarazos). El procedimiento más empleado fue la inyección.

“Me puse varias inyecciones que me dieron en la farmacia, pero ya no me hicieron nada... y a otra cosa no me animé.”

“Consulté con un médico particular y además en una clínica. No me quisieron hacer nada por proceso infeccioso, porque era peligroso. Volví al médico particular y me sacó un DIU, intentando un aborto, pero tampoco funcionó, a pesar de eso...”

LOS PROBLEMAS DE REGISTRO Y MEDICIÓN DEL ABORTO

Las fuentes de información con las que virtualmente se puede contar en países como el nuestro, donde no existen registros de abortos, son tres: los registros hospitalarios, los certificados de defunción y las encuestas retrospectivas. Los primeros contabilizan el número de mujeres que se interna en un establecimiento médico por complicaciones derivadas de un aborto, y el número de éstas que fallece por esa causa, en un período determinado, posibilitan la estimación de la incidencia mínima de la mortalidad por aborto, y el cálculo de los costos públicos del aborto ilegal. Entre las limitaciones propias de esta fuente de información, son las más importantes la inexactitud característica de los registros públicos y la selectividad de las mujeres que recurren a centros asistenciales públicos.

Los certificados de defunción también permiten estimar un mínimo de incidencia de la mortalidad por complicaciones derivadas del aborto. Las defunciones por esta causa se añaden al cálculo de la mortalidad materna y generalmente están expuestas a un serio problema de subregistro en virtud del carácter delictivo que la práctica del aborto tiene asignado en la legislación. En la Argentina, las tablas de mortalidad son el único registro continuo y de amplia cobertura que existe sobre el aborto.

Las encuestas retrospectivas permiten seleccionar muestras representativas de una población mayor que se quiere diagnosticar. En este sentido parecen ser la fuente de información que más adecuada-

mente se ajusta a los requerimientos de una buena estimación de la incidencia del aborto. Pero aun así no dejan de tener limitaciones: en particular, el problema del relevamiento de información confiable, y las dificultades para comparar estas encuestas debido a problemas de diseño de la muestra y de técnicas de relevamiento de información.

El problema de la confiabilidad en el relevamiento de información sobre aborto inducido es quizás el más complejo. En tanto la mayoría de los relevamientos sobre ocurrencias de abortos provocados se producen en el marco de encuestas cara a cara y de carácter retrospectivo, la sinceridad y la memoria influyen considerablemente en la validez de las declaraciones. La sinceridad, como es sabido, interviene particularmente cuando se investiga un tema como el aborto inducido, fuertemente connotado por la sanción social –y legal–. En este contexto, muchas mujeres niegan abortos a pesar de haberse provocado uno o varios. Estos “falsos negativos” existen en todas las encuestas y son muy difíciles de estimar. Pero también hay mujeres que declaran haber tenido abortos que no fueron tales: esos “falsos positivos” no carecen de sinceridad, pero confunden atrasos menstruales con embarazos.

La memoria distorsiona más el número de abortos experimentado por una mujer, particularmente si éste ha sido elevado, que la declaración sobre si alguna vez tuvo un aborto, pues éste es un hecho que no se puede olvidar con facilidad aunque se haya presentado una sola vez en la vida.

La cuestión de cómo calcular la incidencia del aborto está estrechamente relacionada con la cantidad y calidad de información disponible. En principio conviene subrayar que no existe ningún método confiable que haya sido suficientemente probado para estimar –a un costo razonable– la incidencia del aborto y su relación con los riesgos para la salud de la mujer. El aborto es generalmente medido por medio de tasas –que relacionan el número de abortos con la población femenina– y de proporciones –que relacionan el número de abortos con otra serie de episodios reproductivos, como los nacimientos o los embarazos–. La tasa de abortos por 100 mujeres permite evaluar la prevalencia de mujeres con historias de abortos en un momento, dentro de una cohorte, un grupo específico de mujeres, o en el total de población femenina en edad fértil. La proporción de abortos en 100 embarazos indica la práctica del aborto en las mujeres expuestas al riesgo de abortar, esto es, en las embarazadas. Mide claramente el riesgo de abortar en el universo donde puede objetivamente ocurrir este fenómeno.

El aborto es generalmente medido en relación con el tiempo de ocurrencia que se tome en consideración. De allí la diferencia entre *incidencia* y *prevalencia*. La primera responde a una medición acumulativa que contabiliza los episodios de abortos a lo largo de la vida reproductiva –parcial o total– de una muestra de mujeres. La prevalencia mide la magnitud del fenómeno del aborto en un período breve, que en general es de un año.

“Me di una sola inyección y no me hizo nada; en otra consulta, me sugirieron un raspado pero no quise, y mi marido tampoco quiso.”

A los abortos efectivos y a los intentos de aborto podemos agregar los casos en los que las mujeres pensaron interrumpir el embarazo, pero sin realizar ninguna acción conducente a ese fin. Tendremos así una idea de la incidencia de embarazos no queridos en la población del estudio: hubo también 23 mujeres que frente a la evidencia de 25 embarazos (una de ellas pensó en interrumpir cada uno de sus tres embarazos) consideraron la posibilidad de abortar. En síntesis, de los 349 embarazos que tuvo la población entrevistada, 49 terminaron en

aborto y 41 fueron no queridos. De éstos, en 16 casos se intentó un aborto incruento y en otros 25 sólo se pensó en la posibilidad de abortar sin que finalmente se adoptara conducta alguna. El 25,8% de los embarazos de las mujeres del estudio fueron embarazos no queridos.

La disponibilidad de recursos materiales, sociales y afectivos con los cuales las mujeres afrontaron la decisión y la realización del aborto, y el manejo que hicieron de estos recursos no fueron homogéneos.

Partimos de la suposición de que era probablemente dentro del círculo familiar femenino donde básicamente se procesa-

ban las decisiones sobre aborto, y la información recogida avaló muy parcialmente esta idea. En 19 casos de abortos provocados contamos con datos acerca de las personas con quienes conversó la entrevistada sobre la posibilidad de interrumpir el embarazo. En cinco casos, la mujer lo hizo solamente con la pareja (novio o marido), en cuatro solamente con otras mujeres (madre, hermana, cuñada, amiga) y en los 10 restantes con la pareja y otras mujeres. La consulta con la pareja apareció como una conducta extendida en las mujeres del estudio.

Obviamente, el papel del marido en las decisiones de aborto no puede ser aislado del papel que éste juega también en relación al comportamiento frente a la regula-

ción de la fecundidad, y más específicamente frente al futuro de cualquier embarazo, tenga o no la mujer la intención —o la duda— de abortar. Si analizamos las respuestas de las mujeres frente a la pregunta ¿cuál fue su reacción cuando se dio cuenta que estaba embarazada?, observamos sistemáticamente dos alternativas típicas de respuesta:

“Estábamos muy contentos los dos, aunque no lo buscábamos, como era el primero... fue bien recibido.”

“Yo no lo esperaba, no lo esperaba... me puse nerviosa, lloraba, no sabía qué hacer... después de tanto tiempo y con tantas dificultades económicas, yo no sabía qué hacer. Pero mi marido sí sabía, él sí quería... pensando que tal vez ahora tenía el varón... él dijo que sí...”

El primer tipo de respuesta, más allá del hecho de que ese hijo haya sido buscado o no buscado o de que fuese el primero o el segundo, no ofrece más comentarios que su propia elocuencia: el conflicto se minimiza porque hay concordancia entre los miembros de la pareja acerca de continuar con el embarazo. En cuanto al segundo testimonio, al igual que otros tantos muestra claramente que, dado un sentimiento de ambivalencia o de rechazo de un embarazo por parte de la mujer (que aparece con un estado emocional típicamente femenino), la opinión y actitud del compañero resultan piezas claves para cualquier decisión.

“Yo iba a ir a un particular para hacerme alguna cosa, en realidad no sabía qué hacer, pero mi marido no quería que lo hiciera, yo veía que era muy chiquita la otra nena, pero él se puso firme. Lo hubiéramos podido pagar, pero él no quiso que me lo hiciera.”

“Estaba muy preocupada porque no lo tenía previsto, y habíamos iniciado una serie de gastos de arreglo de la casa. En realidad no sabía qué hacer... no le quería contar a mi marido hasta no tomar una decisión, el aborto fue en realidad una posibilidad antes de tomar una decisión, finalmente me decidí a tenerlo, sobre todo cuando se lo conté a él; porque él lo quiso, y lo quiso... esperando que sea el varón”.

“Yo ni pensé en abortar porque mi esposo quería el varón y no podía ni pensar en abortarlo pues tendría problemas con él...”

“Yo le dije a él... que yo podría tenerlo, pero él no quería saber nada con ese embarazo, me dijo que me hiciera un aborto, él me lo indicó y tuve que aceptar...”

“Yo no quería, estaba preocupada porque no quería, pero mi marido decía que sí, que si criamos a uno podíamos criar a otro, y el quería que tuviera nomás...”

Esta es la versión que ofrecen las muje-

res acerca del procesamiento de la decisión de continuar o interrumpir un embarazo. Aunque esta presentación de los hechos se aleje parcial o totalmente de lo que efectivamente sucede en una pareja frente al conflicto producido por un clima de confusión, indecisión o confrontación entre expectativas diferentes, llama la atención el papel clave que las mujeres hacen jugar a las opiniones del marido en estos procesos de decisión.

La importancia de las otras mujeres de la familia o del círculo afectivo más inmediato —fundamentalmente las cuñadas— se observa claramente en el hecho de que éstas son siempre las que transmiten la información para conseguir algún “idóneo”, y proveen la asistencia cotidiana que necesita por unos días la mujer que aborta, hasta su recuperación física y emocional. Ya se tra-

te de la recomendación de una comadrona o de un profesional (partera o médico), la información acerca de su pericia, sus honorarios o su domicilio circula exclusivamente a través de la red de mujeres de la familia o del vecindario.

En cuanto a quiénes realizaron los abortos de las mujeres del estudio, de los 19 abortos provocados sobre los que se cuenta con información, 8 de ellos fueron realizados por doctores, 10 por parteros y uno por una doctora. Todos ellos fueron pagados en moneda.

“Fui a lo de la partera que me dijo mi cuñada y me colocó una sonda y volví a mi casa a descansar hasta que saliera, pero como no salía me impacienté y me fui muy rápido de vuelta, y me puso sobre un tacho con agua hirviendo, con

LA ANTICONCEPCION Y EL ABORTO ANTE LA LEY ARGENTINA

En el año 1974 se promulgó el decreto N° 659/74 por el cual se “prohibía el desarrollo de actividades destinadas, directa o indirectamente, al control de la natalidad”, y se programaba “llevar a cabo una campaña intensiva de educación sanitaria a nivel popular que destaque los riesgos de las prácticas anticonceptivas”. En el año 1977, el gobierno militar ratificó este decreto incluyéndolo en lo que denominó una Ley de Población (D. 3938/77). En el proyecto de dicha ley se establecía la necesidad de “tender al incremento del nivel de fecundidad mediante una política que facilite la constitución de la familia (...) y eliminar las actividades que promueven el control de la natalidad”. Congreso de la Nación Argentina, Dirección de Información Parlamentaria, 1984.

En diciembre de 1986 el Poder Ejecutivo del gobierno democrático promulgó el decreto N° 2274 por el cual se derogó el citado más arriba y se decidió que “el Ministerio de Salud y Acción Social, a través de las Secretarías de Salud y Desarrollo Humano y Familia, según sus respectivas competencias, promoverá acciones tendientes a mejorar la salud de la madre y el niño y fortalecer y desarrollar la familia, en su carácter de célula básica de la sociedad. Para ello se realizarán las tareas de difusión y asesoramiento necesarios, para que el derecho a decidir acerca de su reproducción pueda ser ejercitado por la población con creciente libertad y responsabilidad”. Sin embargo, pese a la

existencia de algunas iniciativas privadas, no se han organizado hasta el presente servicios de asistencia en materia de anticoncepción en ámbitos oficiales.

El Código Penal argentino se refiere al aborto como un delito contra la vida y contra la persona, y penaliza tanto al tercero que lo provoca como a la mujer que se lo provoca a sí misma o que se deja asistir. Al mismo tiempo, en su artículo 86 establece algunas condiciones especiales bajo las cuales se despenaliza un aborto: “el aborto practicado por un médico diplomado, con el consentimiento de la mujer encinta no es punible: 1) si se ha hecho con el fin de evitar un grave peligro para la vida o la salud de la madre, y si este peligro no puede ser evitado por otros medios y 2) si el embarazo proviene de violación por la cual la acción penal haya sido iniciada. Cuando la víctima de la violación fuere una menor o una mujer idiota o demente, será necesario el consentimiento de su representante legal” (Código Penal, artículos 85, 86, 87 y 88). La ley argentina no especifica qué entiende por aborto ni se refiere a los medios o maniobras abortivas. Para ésta, el bien jurídico protegido es la vida del feto: “La mujer que lo ha consentido no es jurídicamente víctima, sino que lo es el feto, pues la vida de éste es el único bien protegido; el daño a la madre que pudieran aparejar las maniobras dolosas de un tercero no está protegido, pues aquélla inviste una sola calidad: la de víctima” (Código Civil, cap. 3-4-62, La Ley, 108-740).

vapor, ahí me senté. Y se ve que como me apuré me hizo mal, sufrí mucho dolor, y mi marido después no quiso saber nada de hacerme otra vez, fue terrible esa vez... no pensé en un médico porque me iba a retar, se iba a enojar conmigo, porque como yo no quería tenerlo, ellos no son para esas cosas, creen que siempre está bien tener, total..."

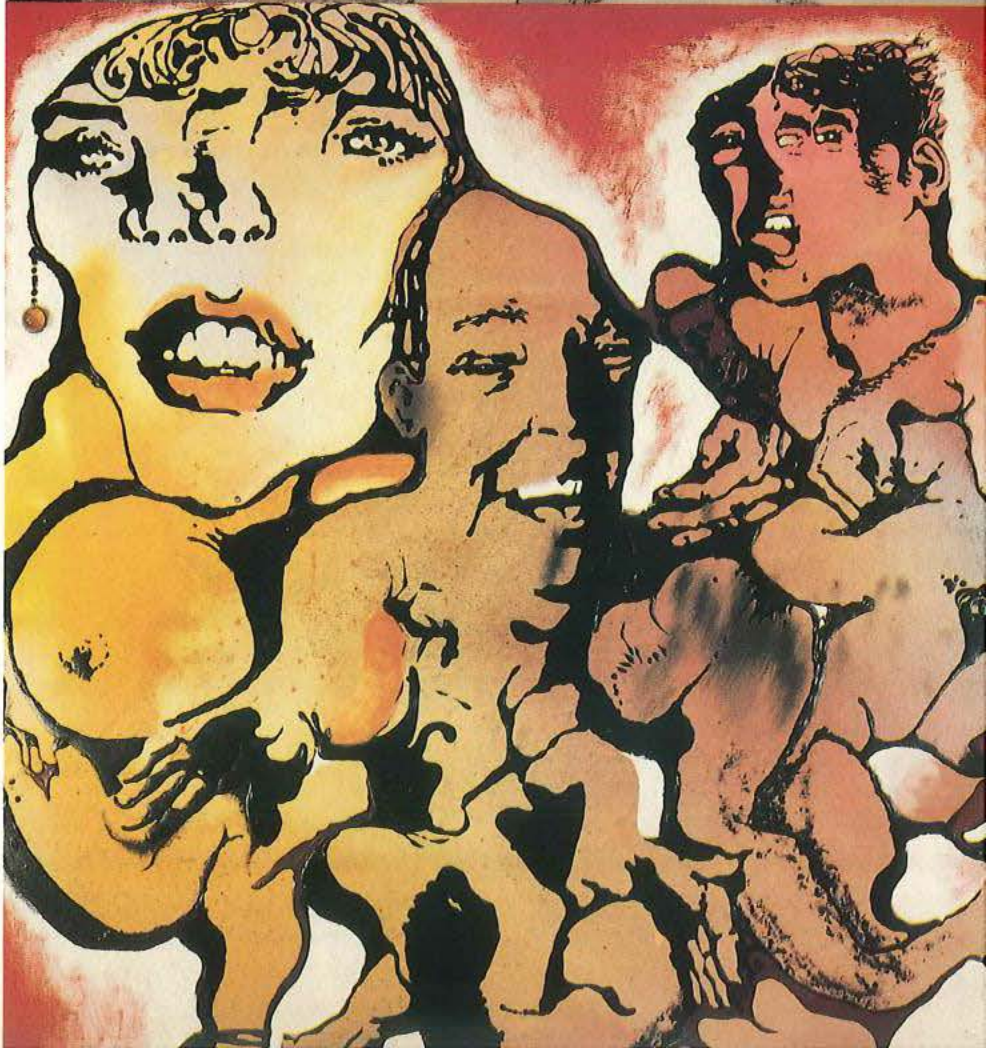
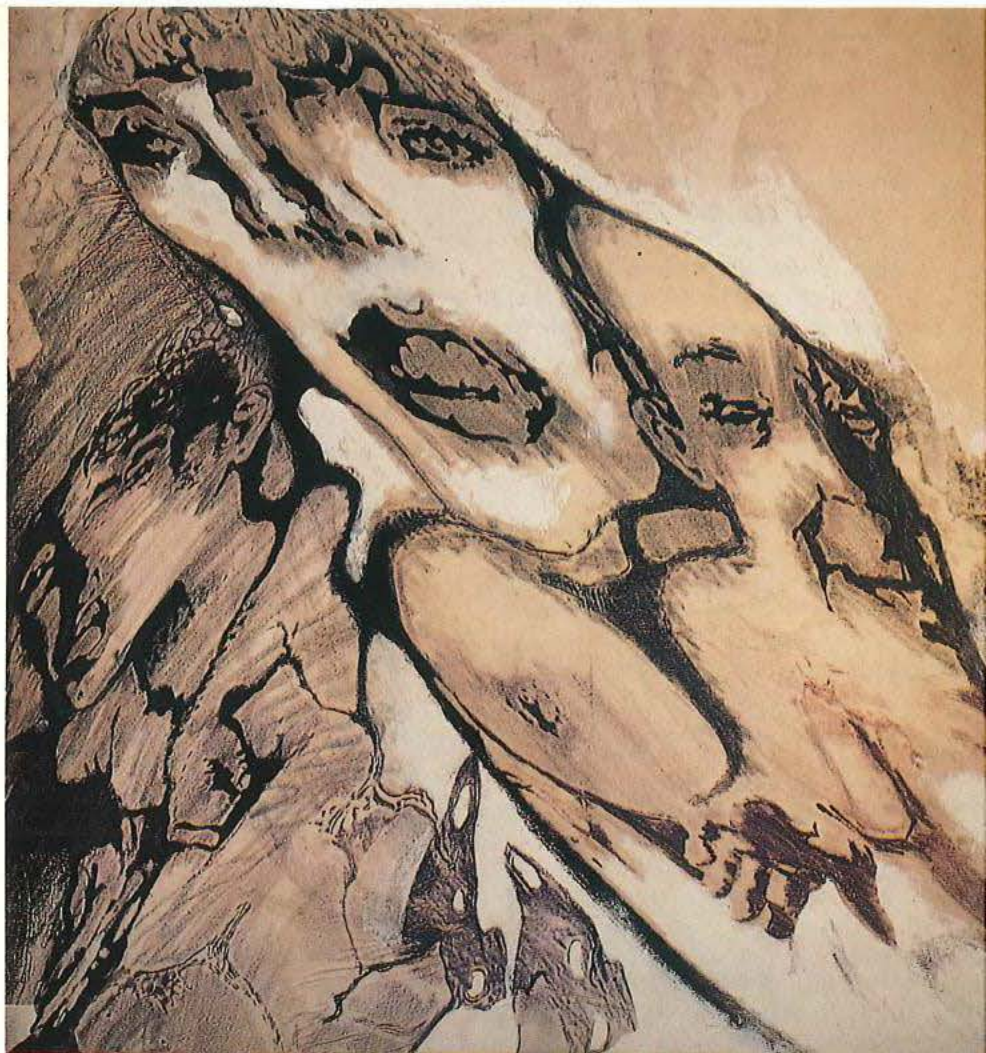
"Fui a lo de una señora que me dijo que era enfermera, me la recomendó la señora de mi primo, me puso una sonda, pero al sacármela seguía con hemorragia y no se desprendía... yo no soy amante de ir al médico, para interrumpirlo tenía que hacerme un raspaje con un médico, pero me salía mucho. Al hospital no se me ocurrió ir porque ahí no lo hacen. Pero como seguía con las hemorragias fui al Posadas, ahí estuve internada una semana, me hicieron un raspaje y me dijeron que no me hiciera más lo que me había hecho. Yo le dije al médico que me había caído, pero creo que se dieron cuenta igual."

"Fui a una doctora particular y pagué un montón. Primero tomé pastillas para que me bajara, después me di inyecciones, pero nada pasó... pero tuve hemorragias muy fuertes, no tomé otro 'ergotrate', entonces cuando me paró la hemorragia fui al consultorio particular, pero no me dijo nada, se lavó medio las manos, le dije que yo me iba a internar en la Santa Rosa y cuando le dije eso me atendió. Tuve pérdidas como dos meses, todos me aconsejaban que vaya a verla de nuevo pero yo no quería porque todo estaba muy fresquito. Entonces fui al médico de la familia y me dijo que no volviera más a esa doctora."

En el segundo testimonio presentado más arriba aparece desplegada una de las estrategias que siguen las mujeres de los sectores populares —deliberadamente o no— para conseguir la interrupción de un embarazo. No es la primera vez que registramos este relato: la mujer comienza un aborto por propia cuenta o por cuenta de alguna persona no profesional, y termina acudiendo al hospital público para que allí lo completen.

El análisis de los patrones de práctica del aborto no parece estar completo si no se los analiza en conjunto con la anticoncepción. Y esto no sólo para conocer las modalidades de regulación de la fecundidad de una población, sino también para poder evaluar en qué medida la anticoncepción resulta un método preventivo que ayuda a reducir el problema público y social del aborto.

Las evidencias recogidas señalan que la coexistencia de las prácticas anticonceptivas y el aborto es una constante en la mayor parte de las poblaciones. Ahora bien, el signo de su relación, esto es, sus respectivas incidencias relativas y el grado de complementación o exclusión con el cual estos métodos son usados por una población, dependen en buena medida de su *disponibili-*



dad y accesibilidad. Esto, a su vez, se halla fuertemente condicionado por el contexto legal y cultural dentro del cual las conductas reguladoras de la fecundidad deben voluntariamente llevarse adelante.

En la población del estudio, la incidencia de las prácticas anticonceptivas es mucho mayor que la del aborto: hasta el último embarazo, un 77% de la población de la muestra había usado alguna vez un método anticonceptivo, y un 29,7% de la misma había abortado al menos una vez. Esto indica que las mujeres de este estudio, en su gran mayoría, han ejercido alguna forma de regulación de la fecundidad, ya sea para demorar el nacimiento de su primer hijo, para espaciar la crianza de los hijos o para limitar su número: ocho de cada diez mujeres han preferido la acción preventiva a la estrategia de última instancia que implica la interrupción voluntaria de un embarazo.

En cuanto a la relación entre ambas modalidades de regulación de la fecundidad se observó que las mujeres usuarias de anticonceptivos abortaron más que las mujeres no usuarias: mientras tres de cada diez mujeres usuarias de anticonceptivos abortaron alguna vez, sólo una y media de cada diez no usuarias tuvo un aborto.

Esto nos lleva a pensar en la existencia de una relación predominantemente complementaria entre ambos métodos de regulación de la fecundidad. Y para esto resulta significativo preguntarse cuál es el impacto que tiene la calidad de uso de los métodos anticonceptivos sobre la incidencia del aborto. Para eso analizamos el comportamiento de dos indicadores. Por un lado, dentro del grupo de las usuarias comparamos la intensidad de uso de anticonceptivos entre las que abortaron y las que no lo hicieron. Dicha comparación mostró que las mujeres abortantes tienen una media de intensidad de uso de anticonceptivos a lo largo de su vida sexual sensiblemente menor que las mujeres no abortantes. Mientras que las usuarias y abortantes tienen una media del 58,6% de su período de exposición al riesgo de quedar embarazadas bajo anticonceptivos, las mujeres usuarias y no abortantes tienen una media del 70,6% de su tiempo de exposición al riesgo, bajo anticonceptivos.

En segundo lugar, comparamos la variabilidad del método anticonceptivo usado por las mujeres abortantes y por las no abortantes: las primeras mostraron tener una variabilidad mayor que las segundas. Mientras el 60% de las usuarias y abortantes recurrieron a más de un método anticonceptivo, el 40% de las usuarias y no abortantes usaron más de uno. Visto de otra manera, mientras el 28% de las mujeres que usaron un solo anticonceptivo recurrieron al aborto, el 40% de las mujeres que

usaron más de uno tuvieron un aborto. Estos datos muestran que las mujeres usuarias y abortantes se diferencian de las usuarias y no abortantes en dos atributos: en el hecho de ser más discontinuas en el uso de anticonceptivos, y en el hecho de tener una variabilidad mayor, o sea, una intercambiabilidad de anticonceptivos mayor.



En consonancia con la literatura, la inclinación y la apelación efectiva a la anticoncepción tienden a asociarse positivamente con el aborto, lo cual nos habla de la coexistencia y el refuerzo recíproco de ambos procedimientos de control de la natalidad en la población. Esta asociación entre los dos comportamientos (uno preventivo y otro post-fáctico) tiene a nuestro entender una clara lectura: la voluntad de regular la fecundidad es firme, y el recurso de la anticoncepción —obviamente mucho más inocuo que el aborto provocado— está siendo mal utilizado. Esta interpretación está sostenida por otros datos revelados por esta misma investigación: una alta discontinuidad en el uso de métodos anticonceptivos, una alta prevalencia de métodos “tradicionales” (como el coitus interruptus), una alta rotación en el uso de métodos, una ausencia muy significativa de la palabra médica para la orientación, información y prescripción de anticonceptivos, y una gama amplia de equívocos acerca de modalidades de uso, entre los más significativos.

Al trabajar sobre el aborto debimos enfrentar gran parte de los mismos escollos que han debido sortear otros investigadores. En nuestra tarea hallamos difíciles problemas relacionados con la confiabilidad de la información, el cuidado ético de las respuestas, la construcción de un encuadre facilitador en la entrevista, la medición de la incidencia, la evaluación de los datos de un estudio cualitativo.

Las tasas y proporciones que pudieron calcularse no parecen ser ni exageradamente altas ni exageradamente bajas. De todos modos no resulta imprescindible una justificación absoluta en las mediciones para saber —y convencerse— que el aborto es hoy día un problema agudo de la salud de nuestra población. Los efectos de la legislación restrictiva y de la ausencia de asistencia en anticoncepción se distribuyen muy desigualmente en nuestra sociedad: de esta manera los mayores costos, riesgos y dificultades recaen sobre las mujeres más desprotegidas. Las últimas estadísticas sobre mortalidad materna muestran que el aborto provocado es causa de más de un tercio de las muertes derivadas de complicaciones del embarazo, parto y puerperio (Argentina, MSAS, DNMI, *Programa Nacional de Estadísticas de Salud*, Serie 8 N° 4. 1987). Y sabemos que estas defunciones son en una abrumadora mayoría de los casos, absolutamente evitables.

Por último, los testimonios aquí presentados —producto de la confianza y sinceridad de las mujeres entrevistadas, a quienes agradecemos una vez más— nos han mostrado que el aborto es una experiencia ambigua por las emociones que la acompañan, controvertida en los juicios éticos que despierta, contradictoria en el reconocimiento social que despierta, pero fundamentalmente “dura de sobrellevar”.



LECTURAS SUGERIDAS

- CALANDRA D. y otros, *Aborto. Estudio clínico, psicológico, social y jurídico*. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 1973.
- DAVID H. P., “Abortion: its prevalence, correlates, and costs”, en R. Bulatao y R. Lee (eds.) *Determinants of fertility in developing countries*, New York, Academic Press, 1983. v. 2: Fertility regulation and institutional influences, p. 193-244.
- LLOVET J.J. y RAMOS S., *La práctica del aborto en los sectores populares*, Documentos CEDES N° 4, Buenos Aires, 1988.
- RAMOS S.E., *Maternidad en Buenos Aires: la experiencia popular*, Buenos Aires, Centro de Estudios de Estado y Sociedad, 1983 (Estudios CEDES.)
- TIETZ C. y HENSHAW S.K., *Abortion. A World Review*, The Alan Guttmacher Institute, New York, 1986.

SE RE BIOCERES

La producción de semilla de papa hecha conciencia consolida la integración argentino-brasileña.

Em desdobramento a seu programa de desenvolvimento em biotecnologia, a Agrocerec ainda constituiu, em 1987, uma empresa binacional para atuar no mercado de produção de batata-semente, associando-se à companhia Biotica, da Argentina.

O novo empreendimento —denominado Bioceres— é o primeiro resultado empresarial concreto no âmbito do acordo de cooperação firmado recentemente entre os dois países e deverá canalizar investimentos da ordem de US\$ 4 milhões, para uma capacidade final instalada de produção de 2 milhões de caixas/ano.

O mercado potencial projetado para esta nova empresa Agrocerec situa-se ao redor de 10 milhões de caixas de batata-semente/ano (base ano 2000), mercado este que hoje vem sendo abastecido com importações ou com produtos obtidos fora de padrões de desenvolvimento genético e controle fitossanitário adequados.

(Memoria 86/87 AGROCERES)

Anexo 3, Proyecto N° 1, Protocolo 9, Biotecnología, Centro argentino-brasileño de Biotecnología. Instituciones participantes: BIOTICA, I.N.T.A. (de Argentina) y BIOMATRIX, AGROCERES (de Brasil). Financiamiento 337.000 U\$A.

BIOTICA AGROCERES®

Rodolfo M. Casamiquela

El camino de la fascinación

*Entrevista realizada por
Guillermo Boido (Ciencia Hoy)
y Elena Chiozza
(Departamento de Geografía,
Universidad Nacional de Luján).*

R. M. Casamiquela (izquierda) en vecindades de la Laguna Carl Laufquen, próxima a Ingeniero Jacobacci, con Giancarlo Ligabue, patrocinante de una expedición italofrancesa a la Patagonia en 1979. Los restos fósiles pertenecen a las extremidades de un dinosaurio.

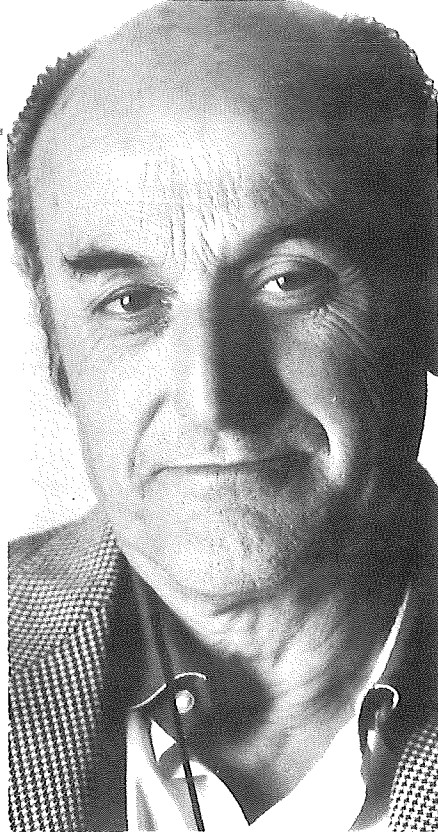


Foto Flora Bemporad

La obra de Rodolfo M. Casamiquela, nacido en 1932 en Ingeniero Jacobacci, provincia de Río Negro, sintetiza la experiencia viva de su tierra natal y el conocimiento adquirido con la práctica de la investigación. Hijo de pioneros patagónicos, fue enviado a Buenos Aires a estudiar en la Escuela Industrial Otto Krause, pero allí sintió “la inhabilidad más estúpida en lo manual” y prefería refugiarse en la Biblioteca Nacional para leer la gramática araucana de Félix José de Augusta sin saber que, allá en su pueblo, sus compañeros hablaban esa lengua. De esa temprana época datan sus primeras incursiones en el ámbito de las lenguas indígenas y el interés por reunir una colección de fósiles que, en 1949, dieron origen al Museo de Jacobacci.

De regreso a su pueblo conoció al mineralogista Romeo Croce (“un fascinador, un mago”) y éste lo convenció de que estudiara en la escuela nocturna de minería del Colegio Moreno, en Buenos Aires, donde se graduó de perito minero nacional al tiempo que proseguía con su formación en temas patagónicos en la biblioteca del Museo Etnográfico. Una beca lo llevó a Bélgica y allí recrudesció su interés por la paleontología. Decidió ingresar a la carrera en la Universidad de La Plata sin abandonar los estudios que realizaba por cuenta propia porque, pensaba, “la universidad es un ordenador de conocimientos, pero los conocimientos los hace uno, por experiencia y diálogo con los maestros”. Abandonó en tercer año. Por entonces ya publicaba regularmente trabajos de antropología y se sentía “agrandado” como investigador.

Alentado por Rosendo Pascual, “maestro y amigo de toda la vida”, Casamiquela prosiguió investigando en el Museo de La Plata (ranas fósiles, pisadas de dinosaurios) con la “espada pendiente de una carrera inconclusa”,

hasta que llegó 1966 con su golpe de estado y decidió renunciar. Se radicó en Chile y años después, con una tesis en paleontología, obtuvo allí el título de doctor en biología.

Tres años después de su partida de la Argentina el gobernador de su provincia natal le hizo llegar la invitación de crear allí un instituto de investigación. Así nació el Centro de Investigaciones Científicas de Río Negro, con sede en Viedma, inaugurado en 1970. Para él, Casamiquela imaginó un modelo “centrado en los intereses regionales y con orientaciones en historia, biología, geología y geografía”. El Centro tuvo una gran expansión en sus comienzos e incluso pudo sobrevivir a los avatares de la historia argentina subsiguiente, aunque hoy se encuentra “en estado de agonía”.

Esa historia subsiguiente deparó muchos sinsabores a Casamiquela. En 1973 retomó su vinculación con el CONICET en calidad de investigador, pero apenas alcanzó a presentar dos informes antes de que, en 1975, quedase fuera “por razones de mejor servicio”. Poco después de iniciado el gobierno militar de 1976 y mientras se encontraba en México recibió la noticia de que había “renunciado” a la dirección de su Centro rionegrino. A su regreso, bajo presión de la prensa, la opinión pública y su prestigio regional, fue reinstalado en el cargo. Lo mantuvo solamente el tiempo necesario para retirarse, a los

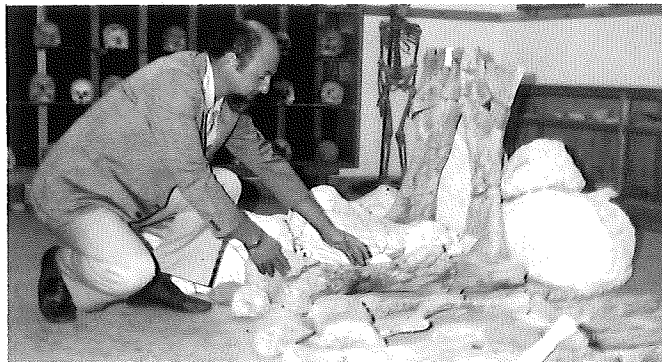
cuarenta y cinco años de edad, e inició un período de ostracismo que acabó en 1984 cuando fue convocado nuevamente por el CONICET del gobierno constitucional.

En 1978 Casamiquela había creado en Viedma la Fundación Ameghino, que aún preside, destinada a fomentar la investigación regional y al mismo tiempo desarrollar una personalidad cultural propia. El énfasis de la Fundación está colocado en investigaciones aplicadas de interés regional, los grandes problemas del agro, lo geológico y minero, la pesca, la conservación de la flora y la fauna, aunque no por ello se descuida la investigación básica. Pero ya por entonces su obra se había orientado decididamente hacia la etnología patagónico-pampeana. Era difícil seguir adelante con dinosaurios y pisadas fósiles sin contar con recursos: “me quedé sin lugar de trabajo, laboratorios, preparadores, material de campaña, diálogo y acceso a una bibliografía ecuménica que permitiese la actualización permanente”.

Actualmente Casamiquela es investigador principal del CONICET, a cuyo Consejo Científico y Tecnológico también pertenece, y forma parte del Consejo Directivo del Centro Nacional Patagónico de Puerto Madryn. Su currículum incluye numerosos trabajos de investigación y divulgación en geología, paleontología y antropología, entre ellos *Estudios icnológicos*, *Panorama etnológico de la Patagonia*, *El arte rupestre en la Patagonia*, *En pos del gualicho* y *Nociones de gramática del güñuna küne*, una presentación de la lengua de los tehuelches septentrionales. Pero en las dos conversaciones que mantuvo con CIENCIA HOY (una de ellas en Buenos Aires y la restante en Carmen de Patagones, donde reside) Casamiquela demostró ser, por sobre todo, un apasionado ciudadano de la Patagonia, esa “tierra de ajenidades y desarraigo en busca de su identidad cultural”.

Cuando se considera su biografía, se diría que su interés por la paleontología y la antropología respondió ante todo a una necesidad vital que se remonta a su infancia. ¿En qué medida el haber nacido en un pequeño pueblo de Río Negro decidió esa vocación suya?

En mi caso preguntarme por mi lugar de nacimiento no es una pregunta de oficio, porque ese pueblo, Ingeniero Jacobacci, condicionó el nacimiento de las dos vocaciones que me acompañaron durante toda mi vida. Por una parte sus alrededores están llenos de fósiles, de huesos petrificados al alcance de la mano. Yo llevé mi primera caja de fósiles al Museo Rivadavia de Buenos Aires cuando aún vestía pantalones cortos. Y por otro lado estaban ahí esos carteles, esos nombres antiguos, ese mundo de resonancias detrás del cual se percibe el misterio de los orígenes indígenas. Recuerdo claramente que le preguntaba a mi padre el significado de lugares tales como *Huahuel Niyeo*, que en araucano quiere decir "lugar de la garganta", o *Cari Laufquen*, "laguna verde". Y también recuerdo esos libros de cabecera que había en mi casa, relatos de viajeros famosos, como *Musters* o *Falkner*, que mencionaban lugares, seres y nombres fascinantes. Así fue mi infancia. Siempre seguí ese camino de la fascinación, siempre llevé conmigo esa quemadura terrible.



En el Museo "Jorge H. Gerhold" de Ingeniero Jacobacci, cuyos orígenes se remontan a la colección privada de fósiles de Casamiquela.

Pero, ¿hubo algún conflicto entre esa experiencia inmediata de la tierra y el conocimiento que le brindó la investigación científica?

Hubo una complementación. La experiencia vital de la tierra de uno, cuando existe arraigo suficiente para sentirse parte de ella, se relaciona más bien con la sabiduría antes que con el conocimiento. Es otra cosa. Un investigador produce conocimiento, tiene un ritmo, una continuidad, una perseverancia, un método. A veces el científico y el sabio coinciden en la misma persona, pero no siempre es así. Lo mismo sucede con el artista o el filósofo. En mi caso el ingrediente de la voluntad y el amor por el razonamiento, responsables de mi decisión de orientarme hacia la ciencia, provienen quizá del ascendiente germánico de mi madre, que se sumó a la curiosidad viva que caracterizó a mi padre. No sé si es una buena explicación, pero agregaría que hoy mismo me resulta imposible seguir adelante con una investigación si a través de ella no experimento al mismo tiempo ese antiguo sabor de la tierra. En mi adolescencia yo vivía en la costa de un mar Atlántico de 65 millones de años y quería saber por qué se habían extinguido los dinosaurios, pero hoy, lejos de allí, leo las teorías más recientes de un modo distante y frío. Ya no hay fascinación.

Pero cuando la hubo, ¿qué lo llevó específicamente a la paleontología?

Un primer impacto, tremendo, fue el hallazgo de las placas de los caparzones de gliptodontes, los antepasados gigantes de los armadillos actuales. Yo era un chico, en Jacobacci, y sentí que testimoniaban un pasado muy remoto y misterioso. Hubo como un vértigo y de pronto todo eso se asoció con el nombre de Ameghino. Cuando llevé esas placas al Museo Rivadavia, un paleontólogo sacó de un estante el Atlas de Ameghino y comenzó a comparar mis fósiles con las figuras del libro. La fascinación era total. Ahí llegué a plantearme el propósito de estudiar cuanto cascote, planta o bicho hubiera en el entorno de mi pueblo, empresa que, desde luego, era irrealizable. Sin embargo, logré hacer un estudio de la evolución geológica del valle del Huahuel Niyeo, sobre la base de fósiles guía coleccionados personalmente y que proporcionó un esquema aún válido porque, si bien abarca un ámbito pequeño, puede generalizarse a otros.

¿Cómo empezó con el estudio de los dinosaurios?

Con unas lajas que descubrí en mi pueblo y que tenían unas marcas extrañas. No parecían inorgánicas, así que las llevé al Museo de La Plata, donde ya estaba trabajando, y se las mostré a Rosendo Pascual. El dijo que eran pisadas (icnitas) de dinosaurios y se lamentó de que en la Argentina no hubiese especialistas en el tema. Las lajas procedían de una cantera de los Menucos, que resultó ser lugar de reptiles fósiles, porque después, a raíz de una información que me transmitió un dibujante que trabajaba con el prehistoriador Menghin, descubrí que en la costanera de Bariloche había lajas de la misma procedencia llenas de huellas. Hice extraer las lajas más importantes, las mandé a La Plata y empecé el estudio de su edad geológica. Después hubo un descubrimiento muy importante. Participé en una excursión en búsqueda de dinosaurios de edad triásica, organizada a raíz de un hallazgo de un geólogo de YPF. Nos perdimos al oeste del puerto de San Julián, en Santa Cruz, en una gran meseta, y después de pasar por un bosque petrificado nos topamos con una cantera llena de lajas con pisadas. En la laja que hacía las veces de piso había como un bordado y allí estaban las huellas fósiles de un dinosaurio bípedo del tamaño de una gallina, de otro más pequeño pero cuadrúpedo y de un tercero no mayor que un avestruz. Pero había algo más. Eran pisadas de lo que, según descubrí después, resultó ser un mamífero primitivo, correspondientes a distintos andares: el galope y el andar caminado. Todas esas especies habían convivido en un mismo momento cronológico: hace unos 140 millones de años, la edad geológica de las lajas. ¡Esto sí que era fascinante! Porque resultaba que el mamífero era uno de los más antiguos del mundo y se demostraba, a la vez, que el galope mamífero (como el del conejo) se remonta a esa alta antigüedad. Ese fue mi descubrimiento del *Ameghinichnus patagonicus*, es decir, rastro o huella de Ameghino, nombre que le asigné porque significaba una suerte de vuelta simbólica a las ideas de Ameghino sobre el surgimiento de los mamíferos en América del Sur.

Nuevamente menciona a Ameghino. Esa figura parece conmovér todavía hoy a todo paleontólogo argentino.

¡Y qué le parece! Cuando descubrí su obra, Ameghino se convirtió para mí en el compendio de la magia y la sabiduría. Tiene una potencia extraordinaria, no sólo por el mérito de su tarea fundacional sino incluso por sus connotaciones geopolíticas. En su época, asociada a una hegemonía cultural del Norte hacia el

Sur, privaba la idea de una análoga subordinación también en lo biogeográfico. ¡Y Ameghino viene a proponer a este lejano Sur como origen del hombre! Incluso en la época en que yo descubrí el *Ameghinichnus*, uno de los grandes de entonces, el norteamericano Patterson, hacía poblar América del Sur por los mamíferos a través de una única pareja, suerte de Adán y Eva que habrían llegado en unas ramas flotantes. Me pareció una verdadera falta de concepción de lo que es el poblamiento de un continente. ¡Un continente poblado a partir de dos mamíferos!

Usted realizó muchas otras investigaciones en el área, como el estudio de los primeros dinosaurios descubiertos en Chile o el de la evolución del andar de los animales. Sin embargo, se lo recuerda a veces como descubridor de los restos fósiles de la rana más antigua del mundo.

Esa es una verdad a medias, porque en realidad yo descubrí media rana. La historia es como sigue. Un paleobotánico, Rafael Herbst, se encontraba explorando una zona del centro de Santa Cruz con el zoólogo Viera, del Instituto Lillo de Tucumán, cuando encontró una laja en la que creyó advertir la impresión del esqueleto de una rana de unos dos centímetros. Las ranas fósiles que conocía Viera eran del cretácico de Salta pero, dada la edad geológica de la laja, ambos estaban en presencia de un hallazgo colosal: la rana más antigua del mundo, de unos 150 millones de años. Al volver a Buenos Aires, Herbst comunicó la noticia a Osvaldo Reig, especialista por excelencia, y éste publicó el informe preliminar sobre *Vieraella herbsti*, nombre que le dio en homenaje a ambos descubridores. Esta rana colocaba la filogenia de los anuros modernos en América del Sur, lo cual era algo espectacular. Mi intervención en el asunto ocurrió un par de años después. Estábamos en la misma región con Herbst y Bonaparte, y yo propuse ir en busca de más ranas fósiles. (Al fin de cuentas, para contrastar una teoría dos ranas son mejores que una). No encontramos nada. Al día siguiente, tocados en nuestro amor propio, nos dedicamos furiosamente a la búsqueda. De pronto levanto una piedra, descubro una laja, ¿y qué encuentro? Una rana. Hubo una expresión de júbilo. ¡Ahora teníamos dos ranas! De allí en más hasta el cocinero salió a buscar ranas, sin éxito alguno. Cuando llegué al Museo de La Plata con mi rana pedí el tipo que estaba depositado en el Museo Lillo de Tucumán. Y cuando lo tuve descubrí que ambas lajas encajaban perfectamente: las dos partes correspondían a la misma rana. Nunca más se descubrió otra. Existe un solo ejemplar de la rana más antigua del mundo, pero con él se da un problema formal, único en los anales de la paleontología, porque ambas mitades están en museos diferentes. No se las puede considerar un tipo, porque no hay antecedentes de un fósil que sea pieza única y cuyas mitades estén en distintos sitios: La Plata y Tucumán. De vez en cuando uno de los museos le presta su media rana al otro, pero no renuncia a su posesión, y esto impide dar una definición formal de tipo.

El interés por las lenguas indígenas es una constante de su tarea antropológica. ¿Se considera a sí mismo un lingüista?

No. La lingüística es una ciencia para iniciados y requiere una formación especialísima. Conozco bastante, por ejemplo, la lengua araucana, sé cuando se la viola, tengo el dominio de su fonética, lo cual me permite la explicación de la etimología de un nombre. Hice la gramática de la lengua tehuelche septentrional gracias a que el último informante que sobrevivía era trilingüe y

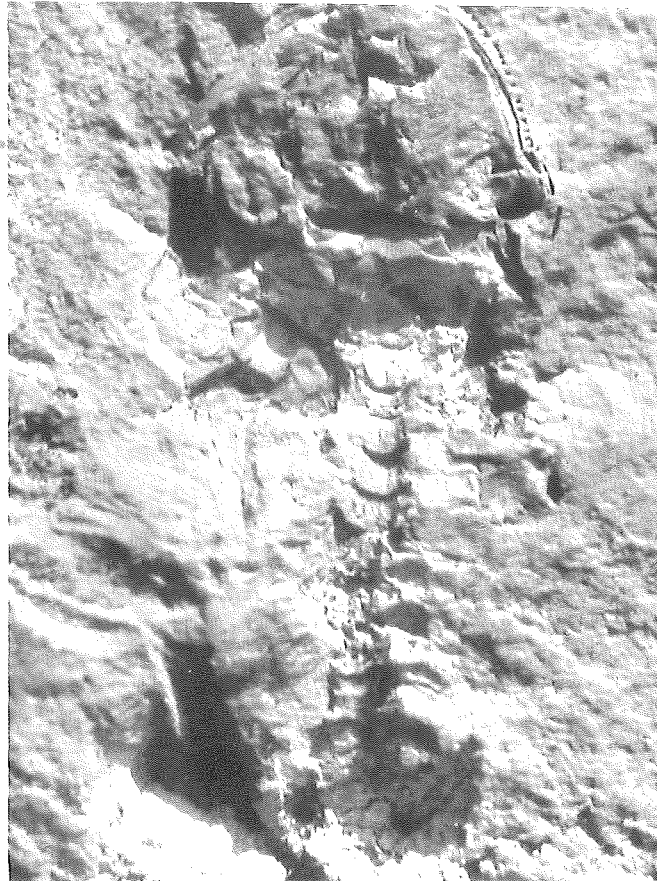


Foto Laboratorio fotográfico del Museo de La Plata

Restos fósiles de la "rana más antigua del mundo", depositados en el Museo de La Plata. El tamaño natural es de unos 2 cm.

manejaba el araucano además del castellano. Pero no por ello soy un lingüista. Lo que a mí me apasiona es el desciframiento de la toponimia y de las etimologías, para lo cual necesito de la geografía o de las ciencias naturales en general, e incluso de lo que podría llamarse la "psicología" de los indígenas.

Entonces, ¿cómo se definiría a sí mismo en el campo de la antropología?

En la Argentina, se acepta generalmente la distinción entre etnología y etnografía. Etnógrafo es aquel que estudia un determinado pueblo o elementos de él, y empieza a ser etnólogo cuando, empleando elementos culturales y biológicos, comienza a relacionarlos con otros. El etnólogo es un relacionador de pueblos, el comparador, y es el que explica, además, la dinámica del poblamiento de un área, para lo cual necesita del conocimiento geográfico. Creo que en este ámbito es donde yo he realizado mis contribuciones más importantes al trabajar en la Patagonia. Pero es curioso comprobar que muchos de quienes se dicen etnólogos, jamás han utilizado lo geográfico como condicionante para la dispersión de los pueblos en el ámbito patagónico-pampeano. Es como el caso de esos programadores de ciudades que se sientan a la mesa e imaginan el espacio en que deben construir como una hoja en blanco. Yo soy un etnólogo, pero entendido como alguien que necesita del conocimiento geográfico del área en que trabaja y del conocimiento biológico, porque no hay culturas en el aire, sin portador biológico. Yo distingo fácilmente los mestizajes, y puedo identificar "a ojo" qué rasgo denuncia la "contaminación" con la sangre indígena de un pretendido europeo puro. Y el otro elemento clave es la lengua. Cuando una lengua plasma, tiene que estar reflejando la cosmovisión y el sistema de valores de la época. Si decimos de alguien en castellano que *está muerto*, es que concebimos a la muerte como transitoria. Y esto es así porque el castellano nació en un clima de religiosidad cristiana; la muerte es sólo un tránsito, la clave está en el Más Allá. Así trabajo yo con la lengua araucana, que es la que más conozco. Por ejemplo, *ül*

significa lo noble, lo puro, lo elevado, y de allí proviene *ülmen*, el noble, el señor. El canto sagrado con acompañamiento musical se llama *ülun*, pero el canto profano es *ülkantun*, que significa ‘‘remedo de canto’’. Así que el canto por excelencia es el canto sagrado (o mejor, el canto es sagrado) pero consentimos una versión popular que es un remedo de canto. ¡Qué pueblo es el que creó esa lengua! ¡Qué tremendo pueblo! Todo esto es lo que nos permite vislumbrar su sistema de valores, su cosmovisión. Y si a ello agregamos el entorno, lo ecológico, ahí tenemos al etnólogo. Que además entiende el lenguaje del arqueólogo y puede encarnar esas industrias frías, líricas que ellos nos presentan, y situarlas incluso en el tiempo.

La índole de su trabajo exige sin duda un diálogo franco y sin suspicacias con los indígenas. No debe ser sencillo, pero es fama que usted lo logra. ¿Cómo lo hace? Al fin de cuentas, su ascendencia catalana y germánica lo convierten en un prototipo insuperable de hombre blanco.

Blanco y calvo, para colmo. Pero, desde luego, en mi caso se ha dado una historia muy particular, porque aprendí a vincularme con ellos desde que era niño. Podía visitar a una familia indígena y para los ancianos era como un nieto. Tenía facilidad para aprender su lengua, podía pronunciar correctamente nombres. A ellos les impresionaba mucho, en particular en el caso de la lengua tehuelche, que es muy difícil de articular. Antes me referí a lo que llamo el conocimiento de la ‘‘psicología’’ del indígena, pero aclaro que se trata de un modo metafórico de designar lo que debe entenderse como *respeto* por ellos y su cultura. Esa es toda la clave. Desde luego, no basta con proclamarlo: es necesario que el respeto se traduzca en un comportamiento adecuado. Si debo hablar con un indígena me pongo la boina para poder descubrirme ante él. Y lo trato de ‘‘señor’’. Lo que hace el poblador común es tutearlo. El médico joven, inexperto, llama ‘‘abuelita’’ a la anciana indígena. Creen que con ello demuestran afecto, pero allí hay códigos que

no respetan, lenguajes que no comparten. Como mínimo es necesario conocer la lengua rural. A manera de anécdota recuerdo el caso de un miembro de un grupo de filología que pretendía conocer la opinión de una anciana sobre el rol de la mujer en la sociedad indígena. Sugería que la mujer era más valiosa que el hombre, y la anciana asentía, decía que, efectivamente, era más *valorosa*, es decir, valerosa o valiente. La palabra que empleaba el filólogo (valioso, aplicado a un ser humano) no era habitual en esa región. No se entendían. Y hay otro factor, de enorme importancia: el manejo del tiempo. A diferencia del tiempo ciudadano, el tiempo rural es pausado, lento, y si se quiere obtener alguna información del indígena hay que manejar un crescendo que puede insumir horas.

Eso debe ser un poco exasperante, sobre todo para el antropólogo novel que proviene de una gran ciudad.

Pero no hay otro modo. Supongamos que usted quiere que una viejita le informe si una persona que aparece en una foto antigua es o no cierto cacique porque, por ejemplo, está reconstruyendo una genealogía. Entonces llega al rancho, deja el vehículo lejos, se aproxima, saluda. Usted no es antropólogo ni dice nada de lo que está haciendo. No lleva cuadernos, ni libros de fotos, ni grabadores. Le ofrecen pasar y tomar mate. Dialoga con la familia, dice que es hombre curioso, comienza a concitar la atención. En realidad el verdadero objeto de su interés es la viejita que está sentada lejos, en un rincón, pero usted no se apresura, se aproxima lentamente al tema hasta que se crea un estado de diálogo, una cierta hipnosis. En cierto momento le pide a su ayudante que vaya al vehículo y traiga el libro de fotos. (No va personalmente, porque de otro modo se destruiría el encanto). Cuando llega el libro se apiñan los chicos, el libro empieza a circular y, tarde o temprano, vendrá la viejita y dirá ‘‘sí, este es el cacique’’ o ‘‘no, esta no es mi mamá’’, que es precisamente lo que usted quería averiguar. Y ahí ganó la batalla. Después, si cabe, puede venir el



Foto Enrique Perea

Con José Quilchamal, último cacique tehuelche de la comunidad de El Chalfá, al SO de la provincia del Chubut, en 1973.

Para que el mundo sepa que existió un pueblo

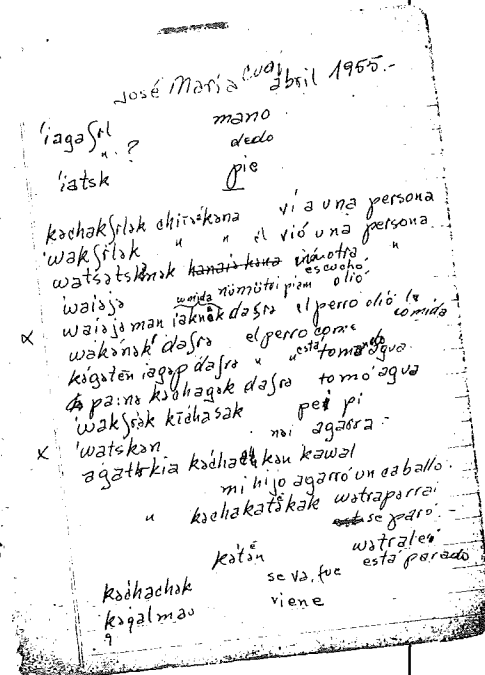
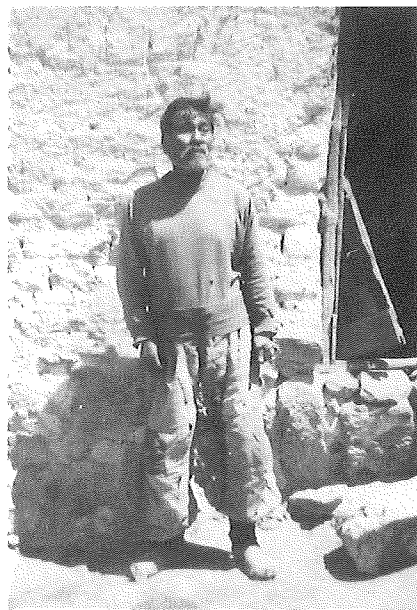
Habrá sido en 1949   1950. Yo estaba numerando piedras en la vereda del incipiente museo de Jacobacci cuando pasó por all  un personaje extraño, un zambo. Le pregunt  por él al juez de paz, don Enrique Hansen, hombre de revólver al cinto, y me dijo que era uno de esos tehuelches pampas que vivían en el sur, en el Chubut. Yo tenía noticias de esos pampas que no eran araucanos y decidí largarme al Chubut a los pocos días. All  tom  contacto con los últimos representantes de una etnia en desaparición, en agonía final. Quedaban sólo cuatro o cinco hablantes, y apenas uno, José María Cual, podía evocar e ir resucitando su lengua.

Durante siete años trabajó con el viejo maestro Cual en el rescate de la lengua de los tehuelches septentrionales, los *g n na k na*, y aquellas anotaciones en cuadernos se convirtieron con el tiempo en las "nociones de gramática" publicadas en 1983. Esa lengua había sido hablada por un pueblo que por lo menos durante los siglos XVII, XVIII y parte del XIX se ore  el ámbito de las sierras de la provincia de Buenos Aires. Hoy se puede acreditar de manera segura y penosamente definitiva que esa lengua se ha extinguido,

José María Cual fotografiado por Casamiquela en 1955 en Gan-Gan, provincia del Chubut. Arriba: página de uno de los cuadernos de Casamiquela con apuntes tomados durante el rescate de la lengua tehuelche con la colaboración de Cual.

derrotada por la araucana y la nuestra propia.

Esta realidad de agonía ling stica, cultural, queda probada por el hecho de que el 99% de los materiales de mi recolección de la lengua tehuelche septentrional procede de un único informante, el propio Cual. La documentación fue conseguida contra reloj, en un operativo de rescate del que aquel viejo ciego era plenamente consciente: el último de los hablantes tehuelches septentrionales quería que se salvase su lengua para que el mundo supiera que exist o un pueblo.



El profundo interés de Cual en nuestra común tarea compensó en parte la ausencia de otros informantes. Pero hay otras compensaciones: ese venerable anciano que vivió ignorado en un rancho perdido en el corazón del Chubut tenía una inteligencia fuera de lo común y una curiosidad siempre viva. Año a año revivió elementos de un idioma casi fósil que no hablaba desde la adolescencia como lengua cotidiana. Su memoria excepcional y una paciencia sin límites hicieron el resto.

José María Cual, el hombre que proporcionó prácticamente toda la información ling stica y etnográfica sobre su pueblo, murió en 1960. Tenía alrededor de 90 años y su nombre indígena era Kalakapa.

R.M.C.

grabador. Pero el grabador es para *hacer oír* lo que usted grab  a otros: relatos, canciones. Sólo después de mucho escuchar aceptarán grabar ellos mismos. Y todo esto puede llevar horas y horas. Así que la única "técnica de aproximación" al indígena es la que deriva del respeto, algo que, por supuesto, no se aprende en la universidad.

Toda esta labor suya supone un conocimiento profundo de esas culturas indígenas y su situación social actual.  C al es, en su opinión, la responsabilidad del antropólogo frente a la condición del poblador indígena?

Diría que es necesario discriminar entre países como Perú o México, en donde la población indígena es mayoritaria o muy significativa y puede hablarse de una cultura nacional, y casos como el nuestro. En la Argentina estamos en presencia de minorías étnicas en el final de su historia, y creo que el salvataje material, puro, de esos grupos es prácticamente irrealizable. Los

 ltimos grupos de indígenas en la Patagonia son pequeños enclaves separados entre sí por muchas leguas. En la mayor parte de ellos, incluso cuando yo empecé ya se abandonaba la lengua. Hoy sólo los hombres de mi generación hablan la lengua araucana, salvo alguna excepción en Neuquén, y el mundo tehuelche agonizaba cuando yo lo conocí en la década de los años cincuenta. Incluso en la actualidad yo mismo soy el único que puede pronunciar (no digo hablar) la lengua tehuelche septentrional. Quizá la clave radique en salvar elementos culturales que puedan ser inyectados en la cultura dominante, para atenuar la violencia de una aculturación que en los hechos, en la legislación, jams  tuvo ninguna pauta de dirección por parte de los antropólogos. Atenuar esa aculturación significaría lograr que el indígena comprendiese que el blanco es capaz de respeto, y que en la sociedad dominante gravitan elementos de raíz indígena por una decisión consciente de incorporar elementos de esos viejos sustratos. Por ejemplo, el sentimiento de vergüenza de tener un nombre indígena se aten a



La más importante informante tehuelche meridional, Ana Montenegro (Kamksér), fotografiada en 1962 en la reserva indígena de Camusú Aike, provincia de Santa Cruz. A la derecha: Casamiquela en 1965, vestido “a la tehuelche”, con quillango. De pie, el informante Lorenzo Yebes, hijo de Ana Montenegro. Fotografía obtenida en el campamento de la familia, cerca de Lemarchand, provincia de Santa Cruz.

cuando toda una población comienza a utilizar ese nombre y conoce su significado. Si se enseñara en la escuela algo de esas lenguas y esos mitos, si con ello se lograra dejar en la macrosociedad parte de esos elementos culturales, resolveríamos al menos el choque social en estos casos de desequilibrio étnico y el indígena sería visto con otros ojos. Porque no hay modo de atajar ese proceso en el cual el pez grande se come al chico. Es irreversible.

El problema es, entonces, el hombre blanco y no el indígena.

Por supuesto. Al indígena, en lo posible, hay que dejarlo en paz. Desde luego, en esa función de salvataje, el antropólogo debe interactuar y hacer consciente ante el indígena que está rescatando para la humanidad un legado, el testimonio de una cultura de la cual puede enorgullecerse. Recuerdo el caso de Agustina Quilchamal, aquella informante del etnólogo Escalada, que decía “quiero dejar recuerdos y después morir”. En estos casos el indígena comprende, se asume como testigo. Pero en otros, por favor, dejémoslos en paz. Hacemos censo tras censo, encuesta tras encuesta que no van a parar a ninguna parte. Lo que urge y no se hace es llegar a la escuela, a los medios, hacer crecer las formas de un respeto que se difunda por toda la sociedad. Sólo cuando el indígena se siente respetado se sentirá parte de ella.

Pero a veces, con la mejor intención, se homenajea al indígena a partir de cánones y pautas que le son totalmente ajenas.

Sí, y se escribe un cuento para los chicos de la Patagonia donde aparece una liebre, pero es una liebre europea. Por eso me parece muy valioso lo que hacen jóvenes antropólogos como Miguel Palermo, por ejemplo, que rescata los relatos que cuentan los tobas o los matacos. Y en otro ámbito, el de la música, está el caso de Carlos Di Fulvio, que tomó una música indígena y lanzó una respetuosa composición descriptiva que llamó lonkomeo. Salvo él, en el ámbito patagónico, nadie se inspira en la música indígena para componer. Y éste es un tema interesante, porque un Tarragó Ros, por ejemplo, en esta época en que estamos invadidos por música foránea masiva y dirigida, puede levantar la bandera de un género musical antiguo como el chamamé e introducirlo en buena parte de la sociedad nacional. Lo que él hace no es un invento: es conocimiento y respeto por lo indígena, sumado a una creación libre. Es lo que yo propongo.

Las culturas indígenas patagónicas y pampeanas, a diferencia de lo que ocurre con otras en América Latina, suelen ser menospreciadas porque se las considera “inferiores”. Se piensa habitualmente que poco puede aprenderse de ellas. ¿Cuál es su opinión al respecto?

Efectivamente, suele aparecer ese menosprecio. Algunas de esas culturas son incluso epígonas del Paleolítico, como sucede con las de nuestros cazadores de la Patagonia. Pero es un error suponer que no se justifique el salvataje en esos casos, pues hay mucho que aprender de ellos. Pienso en un ejemplo tomado al azar. Al estudiar motivos textiles con una informante descendiente del cacique Sayhueque, de origen tehuelche araucanizado, descubrí que en el nombre que se reserva para las paralelas hay implícita una idea de movimiento. Esto puede ser sorprendente para una mentalidad euclídea, porque dos líneas paralelas no sólo se contraponen en el sentido sino que existe además, entre ellas, una suerte de dinamismo. Luego comprendí que esta idea está condicionada por el uso del telar vertical: la verticalidad misma implica la idea de un movimiento de vaivén. El tejido es la actividad básica del hogar indígena y, como la urdimbre del telar es algo que va y vuelve, ambos conceptos, el de verticalidad y el de paralelismo, son dinámicos y no estáticos. Hemos olvidado el contexto histórico y cultural en que se originó nuestra geometría griega, pero el ejemplo nos recuerda que la conceptualización tiene un origen cultural, que todo sistema conceptual está pautado por la cultura. Además yo he encontrado, en esas áreas muy conservativas, no deformadas en lo cultural por elementos que podían llegar luego por vía de difusión, aspectos extraordinarios que se refieren a los intentos de dar respuestas a interrogantes claves de la humanidad. Porque en estas culturas paleolíticas, como en cualquier otra, hay una cosmovisión y un *ethos*, un sistema de valores.

Y un sistema de justicia.

La concepción de la justicia entre los tehuelches, por ejemplo, es muy interesante: tiene un carácter teológico. Ya Musters había anotado que al niño que muere se le llora mucho, mientras que apenas se siente pena por la muerte de un viejo. Se piensa que el viejo, si ha sido justo, irá inmediatamente al paraíso, la Vía Láctea, lugar de cazadores que bolean eternamente avestruces y guanacos gordos. Pero, ¿qué pensar del niño que muere? Su espíritu vagará como alma en pena, sin estar realmente muerto, hasta que cumpla la edad cronológica que corresponde a su

adulter. Y en ese momento irá directamente al paraíso. La teología tehuelche soluciona el problema de un modo racional: puesto que el niño no ha tenido oportunidad de ser injusto, el paraíso es su destino. Todo esto origina reflexiones que calan hondo y merecerían cierta atención por el hombre moderno. Me pregunto por qué no imaginar la incorporación de tales elementos culturales a nuestra propia sociedad endurecida, fría, mercantilizada.

Usted ha manifestado en muchas oportunidades su preocupación por la carencia de una identidad cultural patagónica. A modo de balance personal, ¿qué aspectos de su obra científica le han dado mayores satisfacciones a propósito de este problema?

Afortunadamente podría mencionar muchos ejemplos, producto quizá de efectos de filtración que se producen a la larga y que podrían contribuir a una definición cultural de la Patagonia. Pero quisiera rescatar en particular uno de ellos. Como etnólogo no puedo dejar de pensar que en nombre de una concepción desafortunada de "progreso" provocamos un etnocidio, una guerra fratricida contra esos hermosos pueblos indígenas, los destruimos, y ahora obligamos a sus descendientes a vivir en zoológicos, mal incorporados a nuestra sociedad dominante. De allí que me llene de orgullo cierto reconocimiento que se me brinda por mi tarea de rescate de las culturas indígenas, de sus lenguas y religiones, de toda esa labor que me he impuesto y que en el fondo es un homenaje a esos pueblos en vías de extinción. Y no me refiero a un reconocimiento meramente académico, sino también a episodios cotidianos en los que acontece la posibilidad de devolver a los descendientes de aquellos hombres la cultura de sus ancestros. Pongo por caso el de un muchacho que se acerca y me lee sus poemas, inspirados en la vieja lengua araucana, y me dice que los ha escrito porque alguna vez leyó mi libro de canciones en esa lengua. O el del indígena que recupera el orgullo por su nombre porque yo le he explicado su significado. A veces, cuando vuelvo a mi pueblo, encuentro a los nietos de mis antiguos informantes;

llegan con una libreta para anotar en ella palabras indígenas que ignoran y que yo les enseño. Pienso en Aimé Painé, una cantante exquisita de origen patagónico, ya fallecida, a la que yo puse en contacto con canciones araucanas y tehuelches. Ella vivía en Buenos Aires, pero al fin se decidió a salir al campo y encontrar sus orígenes, lo cual le permitió extender su repertorio a canciones de autoría propia y de profundas raíces indígenas. En este caso creo haber desempeñado el papel de detonante de una personalidad capaz de reivindicar una cultura, algo que imperiosamente necesitan los pueblos indígenas.

¿En qué trabaja en este momento?

En una suerte de síntesis de casi treinta años de labor, la interpretación del panorama indígena en épocas históricas del ámbito patagónico-pampeano. La obra está concebida como una serie de piezas en las cuales hay interpretaciones etnológicas (la dinámica del poblamiento, las nomenclaturas, elementos culturales claves) pero además sistemas de toponimias y finalmente iconografías, la representación a través de fotos y grabados antiguos de la evolución de determinadas etnias. La iconografía de los tehuelches meridionales está casi completa e incluye unas 400 fotografías acompañadas de una genealogía de un siglo de profundidad. Es un trabajo que he realizado con Mateo Martinic, el historiador chileno, y Osvaldo Mondelo, un periodista de Río Gallegos. Esta genealogía compacta mide la decadencia, la aculturación y la resolución del pueblo tehuelche en la sangre y en la cultura dominante. Porque los pueblos no se extinguen, se transforman.

¿Qué lo lleva a hacer todo esto?

El sentir que la sangre indígena galopa en nuestra propia sangre.

Buenos Aires - Carmen de Patagones
Setiembre de 1988



Foto Thomas Beloch

Con jóvenes descendientes de indígenas en el Museo "Jorge H. Gerhold" de Ingeniero Jacobacci.

Moléculas con memoria

Ciertas noticias que han tomado estado público recientemente relatan hechos experimentales que parecen inexplicables dentro de los cánones científicos habituales. Se trata de experimentos inmunológicos que pueden resumirse de la siguiente manera: las células sanguíneas polimorfonucleares basófilas leucocitos, tienen en su superficie anticuerpos del tipo E (inmunoglobulinas E, IgE). Cuando estas células son puestas en contacto con anticuerpos contra la IgE (anti-anticuerpos), reaccionan liberando histamina, lo cual se detecta histológicamente porque se observa una degranulación de las mismas. Lo notable es que este fenómeno aparentemente ocurre igual con diluciones de la anti-IgE comprendidas entre 10^3 y 10^{120} veces. En este rango se detectan respuestas sucesivas de degranulación que varían regularmente entre 40 y 60% a pesar de que en las mayores diluciones ya no es posible que existan moléculas anti-IgE presentes en el medio. Recordemos que el número de Avogadro establece que en una molécula-gramo de una sustancia hay sólo $6,23 \times 10^{23}$ moléculas. Es además destacable la fluctuación rítmica de la actividad de las diluciones sucesivas (véase figura).

Estos trabajos, realizados por un equipo encabezado por el biólogo francés J. Benveniste, han dado lugar a una artículo publicado en *Nature** con expresas reservas de los editores. Los experimentos que conducen a estos extraordinarios resultados han sido hechos tomando grandes precauciones para evitar artificios. Por ejemplo, se descartó la influencia del operador haciéndolo trabajar a ciegas de la naturaleza de las muestras que ensayaba y las diluciones se realizaron utilizando distintas pipetas en cada operación para evitar arrastres inadvertidos de material. Además se comprobó que, aunque el anticuerpo responsable de la degranulación de los leucocitos es retenido por filtración a través de una membrana cuyos poros no permiten el pasaje de moléculas de peso molecular mayor de 10.000 (el peso molecular de la anti-IgE es 150.000), estas mismas membranas no detienen la actividad presente en las diluciones altas del anticuerpo (10^{32} o mayores).

Los resultados de estos experimentos y otros adicionales, que fueron realizados en

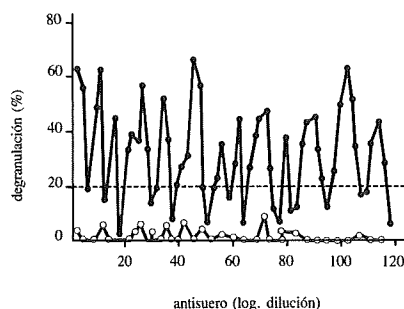
seis laboratorios de cuatro países (Francia, Italia, Israel y Canadá), no tienen aún una explicación física, aunque Benveniste y sus colaboradores adelantan una hipótesis también extraordinaria. La misma toma en cuenta los siguientes hechos:

a) para que las diluciones sean activas es indispensable someterlas a una agitación mecánica vigorosa durante 10 segundos, por lo menos. Según los autores este tratamiento podría inducir una organización sub-molecular del agua;

b) si las diluciones activas se calientan a $70^\circ - 80^\circ\text{C}$ o se someten a la acción de ultrasonidos, o bien se congelan y descongelan, la actividad desaparece como si estos tratamientos entrópicos hubieran destruido una estructura compleja muy lábil.

De acuerdo con todo lo expuesto, los autores proponen que ninguna molécula de anti-IgE original está presente en las diluciones altas y que, por lo tanto, durante el proceso de dilución y agitación debe haberse transmitido información específica (de la macromolécula al agua) que origina un molde áqueo de la macromolécula basado en una red de uniones hidrógeno y/o campos eléctricos y magnéticos. Este molde se autoduplica (¿periódicamente?) en las diluciones sucesivas y es el responsable de la actividad biológica detectada. El agua, y otros líquidos similares como los alcoholes, por ejemplo, tendrían esta capacidad que podría denominarse "memoria".

Como ya dijimos, aún no existe una base



Degranulación inducida en leucocitos humanos por diluciones sucesivas de antisuero IgE (●) (anticuerpos específicos, ensayo) o antisuero IgG (○) (anticuerpos inespecíficos, control). La línea punteada indica el nivel de degranulación por encima del cual la respuesta es estadísticamente significativa. (Adaptado de *Nature*.)

física para validar estas hipótesis que, aparentemente, sacuden las bases de la biología molecular y que podrían justificar terapéuticas no convencionales como la homeopatía.

Los editores de *Nature* han dado difusión mundial a estos experimentos (en los cuales aún no creen, como la mayoría de los expertos consultados) por dos razones fundamentales: (a) para que la información sea conocida en forma veraz por la comunidad científica y el resto del mundo, y (b) para que aquella comunidad se aboque a buscar una explicación, cualquiera sea ésta. Además, para estimular este proceso, los editores han enviado al laboratorio de Benveniste a tres investigadores independientes que repitieron los experimentos relatados, en su lugar de origen. Las conclusiones de los "investigadores" (J. Maddox, editor de *Nature*; W. Stewart, del National Institute of Health, experto en los problemas del fraude científico, y J. Randi, experto en "magia"), de acuerdo con los datos aparecidos en la prensa** son negativos. Según ellos la hipótesis de que el agua tiene memoria está basada en una serie de experimentos defectuosamente controlados, posiblemente afectados por errores sistemáticos y/o influidos por los deseos, involuntarios, de los investigadores, quienes pueden haber seleccionado aquéllos resultados favorables a la hipótesis. Desde luego, Benveniste rechaza estas conclusiones.

No es la primera vez que el mundo científico se enfrenta con este tipo de problemas cuya solución definitiva llegará tan sólo cuando investigadores independientes traten de repetir los experimentos. Se cumplirá así lo que *Nature* se propuso al publicar la nota de Benveniste y sus colaboradores: establecer lo más rápidamente posible la verdad y evitar hacer perdurable un error o una fantasía.

* Davenas E., Beauvais F., Amara J., Obermann M., Robinson B., Miodonna A., Tedeschi A., Pomeranz B., Fortner P., Belou P., Sante-Landy J., Poitevin B. y Benveniste J., (1988), *Nature* 333, 816-818

** *The New York Times*, 27 de julio; *Newsweek*, 7 de agosto.

Alejandro C. Paladini

Instituto de Química y Fisicoquímica Biológicas (Universidad de Buenos Aires - CONICET)

Transferencia de un gen a la planta de maíz

La posibilidad de aplicar técnicas de ingeniería genética a los cereales —principal fuente de alimentos de la humanidad—, para intentar transferirles propiedades de las cuales carecen, tales como resistencia a ciertas plagas y a enfermedades, representa una promisorio perspectiva para la producción agrícola mundial.

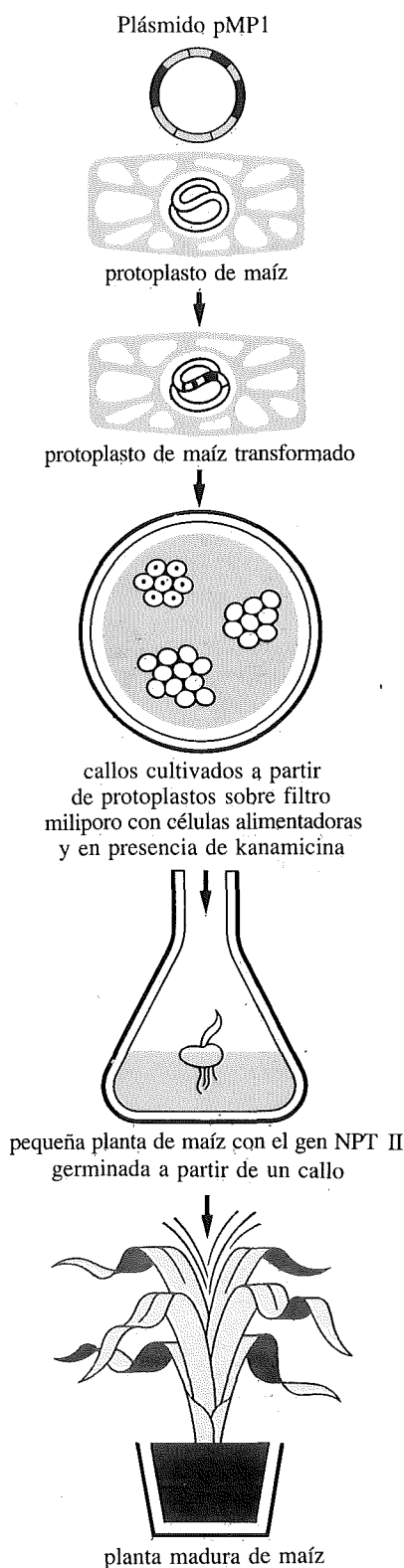
Hasta el momento, el empleo de los principios y de los métodos de esta disciplina había permitido solamente introducir genes foráneos en vegetales unicelulares como las levaduras, y también en plantas superiores de la clase de las dicotiledóneas, como el tabaco y la zanahoria. Pero los experimentos con monocotiledóneas, como el arroz y el maíz, no habían logrado infestar ejemplares de estas especies con *Agrobacterium tumefaciens*, una bacteria del suelo que provoca en muchas plantas la enfermedad conocida como "agalla de corona" y que ha sido corrientemente utilizada para transferir genes a dicotiledóneas.

Ahora, un trabajo recientemente publicado por C.A. Rhodes y colaboradores, de la Sandoz Crop Protection Corporation (Palo Alto, California), documenta por primera vez la transferencia de un gen a células de maíz*.

Rhodes y su equipo lograron introducir en el maíz el gen que codifica para neomicina fosfotrasferasa II (NPT II), es decir que da la información genética para la producción de esta sustancia en las células.

Esto no constituía un objetivo en sí mismo, sino que lo que se buscaba era superar las dificultades que hasta el momento impedían incorporar material genético foráneo en células de maíz y regenerar luego las plantas. Este gen, ahora exitosamente transferido, es considerado "marcador", ya que su presencia se manifiesta con la aplicación de un antibiótico, el sulfato de kanamicina, que inhibe el crecimiento de células que no lo poseen.

Hace poco tiempo, Rhodes, con otros colaboradores, había logrado regenerar plantas de maíz a partir de protoplastos o células peladas, es decir células a las que se había despojado de la pared celulósica que normalmente las reviste, sometiéndolas a la acción de ciertas enzimas que las digieren. Este proceso de pelado de las células resulta indispensable para que el ácido desoxirribonucleico (ADN) foráneo pueda



penetrar en ellas. Los protoplastos fueron aislados de un cultivo en suspensión de células embrionarias de maíz. El cultivo de células fue iniciado en forma de callo, a partir de embriones inmaduros, 18 meses antes de realizar los experimentos comunicados. Estos protoplastos fueron incubados con el plásmido pMP1 que contiene la región codificadora para NPT II y sometidos a un pulso eléctrico de alto voltaje.

Para regenerar las plantas de maíz, los protoplastos así tratados se cultivaron sobre filtros de Millipore (un tipo de filtro muy fino, capaz de detener el paso de bacterias y virus), sobre una suspensión de células de una variedad de maíz dulce que actuaron como "alimentadoras". Sin la presencia de estas últimas, a partir de los protoplastos no se producirían los "callos", masas de tejido indiferenciado que, en un medio adecuado, son capaces de regenerar plantas de maíz.

A este cultivo de protoplastos con células alimentadoras se agregó el sulfato de kanamicina, que actuó como inhibidor del crecimiento de aquellas células que carecían del gen codificador de NPT II. De la experiencia resultó que entre el uno y el cinco por ciento de las células incorporaron el gen foráneo. A partir de los callos que tenían esta característica, alcanzaron la madurez treinta y ocho plantas de maíz. Ninguna de ellas produjo polen, y la única que dio estigmas (las "barbas de choclo", parte del aparato sexual femenino por donde el polen traslada las gametas masculinas hasta el óvulo) no generó semillas cuando se la polinizó.

Los autores manifiestan que el valor de la experiencia radica en que, con los métodos aplicados, han logrado demostrar que los protoplastos de maíz pueden ser genéticamente transformados y cultivados hasta la producción de plantas maduras que contienen un gen artificialmente inserto. De este modo, se abre el camino hacia la experimentación mediante técnicas de ingeniería genética en busca de mejoras en los cereales.

* *Science*, vol. 240, n° 4.849 (1988)

Alberto Soriano

Facultad de Agronomía
Universidad de Buenos Aires

¿HAN MUERTO LAS SUPERCUERDAS?

Según la ortodoxia actual de la física teórica, las supercuerdas constituyen el avance más excitante en muchos años, pues ofrecerían la posibilidad de reconciliar la teoría de la gravitación con la mecánica cuántica y, al mismo tiempo, la de unificar todas las fuerzas y partículas conocidas en la naturaleza. De allí que en la jerga se las llame, con cierta ironía, TOE (Theory of Everything, Teoría de Todo).

La idea de utilizar un modelo de cuerdas (objetos extendidos unidimensionales) para describir una de las interacciones fundamentales entre partículas (la llamada *fuerte*, responsable por ejemplo de que protones y neutrones se mantengan dentro de un núcleo) data de fines de los años 60. Se buscaba por entonces una generalización, compatible con la relatividad restringida, al concepto de partículas puntuales en el que se basan las teorías de campos habituales.

Hasta mediados de los años 70, una enorme proporción de físicos teóricos trabajó en los modelos de cuerdas. Luego, la idea entró en hibernación, enfriada por las múltiples dificultades que aparecían cuando se trataba de construir modelos realistas confrontables con la experiencia. En particular, las cuerdas prefieren vivir en espacio-tiempos de dimensiones definidas y misteriosas: sólo en 26 o en 10 dimensiones, según el modelo, la teoría cuántica es consistente. Además daban origen a partículas de masa nula, inexistentes en las interacciones fuertes.

Estas dificultades incitaron a lo que los franceses llaman *une fuite en avant*: el desarrollar una teoría de cuerdas mucho más ambiciosa que no describiera una sino todas las interacciones fundamentales: además de las fuertes, las electromagnéticas, las débiles (responsables por ejemplo de la desintegración radiactiva) y las gravitatorias. Fue así que J. Scherk, de l'Ecole Normale Supérieure de París, y J. Schwartz, de la Universidad de California, consideraron seriamente las seis dimensiones espaciales extras de uno de los modelos de cuerdas y dieron el primer paso hacia las supercuerdas, en 1974.

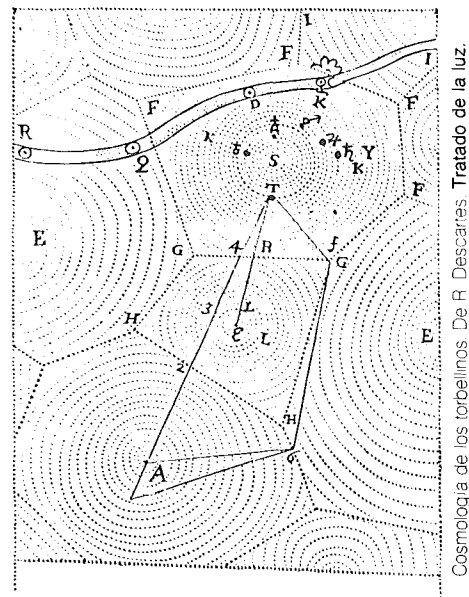
Diez años después, en el otoño de 1984, estalló la gran revolución de las supercuerdas cuando M. Green, del Queen Mary College de Londres, y J. Schwartz descubrieron que una peligrosa plaga que afecta-

ba a los modelos de cuerdas podía ser curada. En efecto, ciertas inconsistencias o anomalías (violaciones de simetrías fundamentales que aseguran, por ejemplo, la conservación de la carga eléctrica) se cancelaban milagrosamente en un par de modelos de supercuerdas. En pocos meses, una serie impresionante de trabajos de dos grupos de Princeton (el de D. Gross, J. Harvey, E. Martinec y R. Rohm, y el de E. Witten y colaboradores) mostraron que existía un modelo, llamado de la Cuerda Heterótica, sin anomalías, que permitía descender de 26 dimensiones a 10 y luego de 10 a las cuatro dimensiones del espacio-tiempo que nos es familiar. Además, se podía lograr cierto contacto con los modelos estándar ya existentes para reproducir datos experimentales.

La idea básica de los modelos de supercuerdas es que las partículas elementales (con masas que son mucho menores que la masa de Planck, $2,2 \times 10^{-5}$ g) pueden ser tratadas como las excitaciones o vibraciones de baja energía de cuerdas. Las frecuencias de vibración de una supercuerda quedan determinadas por su tensión, estrechamente ligada con la masa de Planck, único parámetro con dimensiones de la teoría. La tensión de la cuerda equivale a 10^{39} toneladas, de manera que la diferencia de energía entre el estado vibracional más bajo de la cuerda (que corresponde a partículas de masa cero) y el siguiente estado (que corresponde a las partículas masivas más livianas) es enorme: las partículas elementales más livianas tendrían una masa equivalente a la de un grano de polvo.

Un ingrediente esencial en la construcción de teorías realistas de supercuerdas es la supersimetría, una simetría especial que transforma bosones y fermiones entre sí y por ende unifica las partículas de spin entero y semientero. El spin es una propiedad básica de las partículas elementales, que determina, por ejemplo, que éstas satisfagan el principio de exclusión de Pauli (fermiones) o no lo satisfagan (bosones).

Se espera que la supersimetría sea exacta sólo a temperaturas altísimas (del orden de 10^{32} °C, alcanzados por el universo cuando apenas contaba 10^{-43} s de edad). A la temperatura media del universo actual (- 270 °C) la supersimetría sería sólo aproximada, de lo que resultaría en consecuen-



Cosmología de los torbellinos. De R. Descartes. Tratado de la luz.

cia que las partículas más livianas no tendrían masa cero sino aquella que corresponde a la que se mide experimentalmente.

Respecto de las peculiares dimensiones en que las teorías de supercuerdas son consistentes y de cómo se reduce su número para llegar a las cuatro del espacio-tiempo observable, existen diferentes propuestas, todas apoyadas básicamente en lo que se conoce como método de compactificación. Este método, cuya base matemática fue dada por I. Frenkel y V. Kac, permite lograr que las dimensiones suplementarias queden ocultas, curvándose sobre sí mismas para formar una estructura tan pequeña que escapa a la visión directa. Se supone que en el comienzo del universo (cuando su tamaño era de apenas 10^{-35} m, la llamada distancia de Planck) todas las dimensiones estaban curvadas y luego, durante su expansión y enfriamiento, cuatro de ellas empezaron a expandirse y desplegarse.

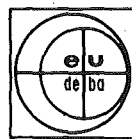
Es fácil comprender el alboroto desatado por estos descubrimientos si se tiene en cuenta la pasión de los físicos (en especial de los teóricos) por la unicidad. La teoría de supercuerdas era la primera oportunidad de contar con una descripción consistente, única y finita de todas las fuerzas conocidas. Así J. Scherk, en una de sus últimas contribuciones antes de su trágica muerte, utilizó el emblema de Superman para ilustrar su trabajo.

Desde 1985 hasta estos días, el panorama de las supercuerdas se ha ido ensombreciendo. La unicidad del modelo heterótico en 10 dimensiones se disolvió al descender a cuatro dimensiones: se ha propuesto una cota inferior de 10^{1500} teorías subyacentes posibles. Entre ellas, algunos miles de millones diferirían radicalmente unas de otras. Sería buscar una aguja en un pajar el tratar de determinar cuál de entre esos miles

EUDEBA

1958
1988

Tres décadas
en la cultura
del país



libros para ser libres

de millones es la Teoría Unica de Todo.

También la finitud de los modelos de supercuerdas ha sido puesta en duda recientemente. En un principio, la cuestión parecía tan trivial como para no requerir una prueba. Sin embargo, en artículos tales como el que publicara recientemente *Physical Review Letters**, comienza a discutirse acerca de diversos malestares matemáticos que afectarían a estos modelos: infinitos incontrolables, desarrollos perturbativos no convergentes.

Como referencia, y a propósito de la pregunta que titula esta nota, conviene señalar lo siguiente: si bien al Departamento de Física de la Universidad Nacional de La Plata no llega, por falta de presupuesto, publicación científica alguna, se reciben semanalmente unos 60 *preprints* (artículos aún no publicados, enviados gratuitamente por sus autores) dedicados a diversos aspectos de la física de partículas y campos. En los dos últimos años, entre 25 y 30 de esos artículos están dedicados a las supercuerdas. Esto significa que aproximadamente la mitad de los físicos teóricos de partículas se dedica en estos momentos a trabajar en supercuerdas o en temas relacionados con ellas.

Se comprenderá entonces fácilmente por qué resultaría difícil encontrar muchos especialistas dispuestos a firmar un certificado de defunción para las supercuerdas. Apenas si se observa un sutil corrimiento a otros temas, una leve disminución, en las últimas semanas, del número de trabajos en cuyo título aparece la palabra supercuerdas.

Ni una respuesta afirmativa ni una respuesta negativa sobre la salud de las supercuerdas darían una idea del estado real de las investigaciones. Aun si en los próximos meses el interés por las supercuerdas descendiera al nivel de los otros temas de la física teórica, su estructura es tan rica y elegante como para seguir influyendo en los avances que se producirán quizá por otros caminos y con otras perspectivas.

*D.J. Gross, "High-Energy Symmetries of String Theory", *Physical Review Letters*, vol. 60, n° 13, pág. 1229, 28 de marzo de 1988.

Fidel A. Schaposnik

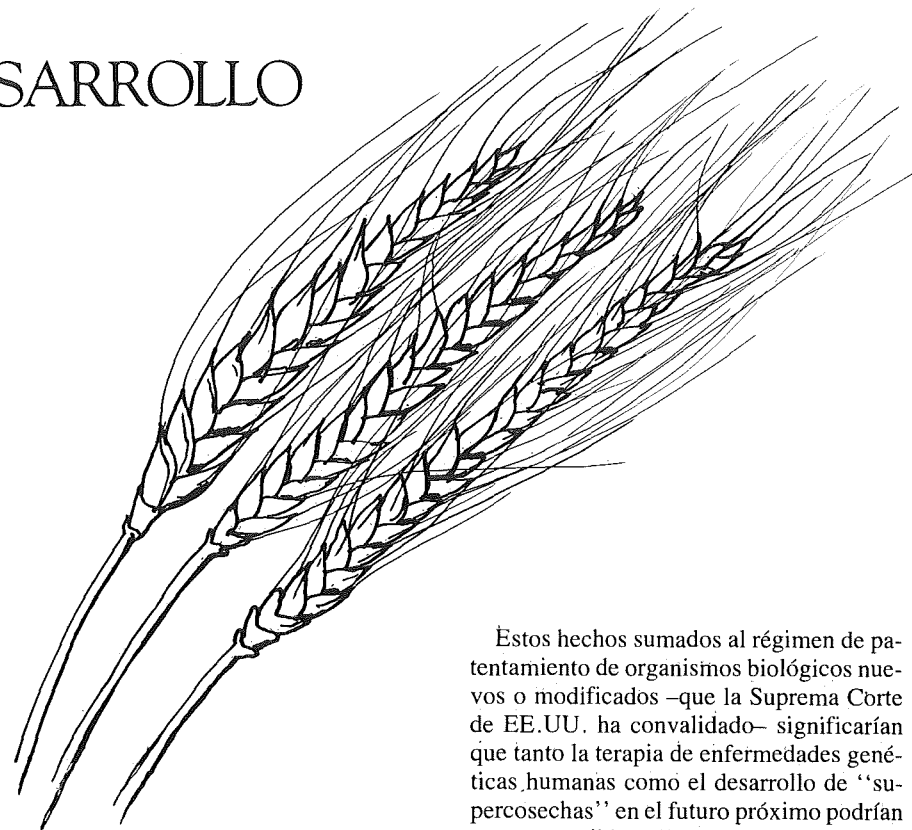
Universidad Nacional de La Plata
CIC-Buenos Aires

GENÉTICA Y DESARROLLO

El suntuoso Centro de Convenciones de la ciudad de Toronto, Canadá, albergó entre el 21 y el 27 de agosto de este año a más de 3.500 participantes en el XVI Congreso Internacional de Genética. De los asistentes, una amplia mayoría eran norteamericanos y canadienses, mientras que la representación del conjunto de países "en desarrollo" y, en particular, de Latinoamérica, fue escasa. Una excepción fue la India, con 81 inscriptos regulares y más de un centenar de participantes. En cambio, Argentina tuvo dos inscriptos e incluyendo a los invitados figuraron un total de cinco participantes, proporción idéntica a la de Jamaica y Zimbabwe. Brasil participó con 19 representantes, el número mayor de Latinoamérica.

Asistí a este Congreso como copresidente invitado del *Simposio sobre determinación sexual* y para comunicar mi trabajo sobre *Akodon azarae* (un género de roedores silvestres sudamericanos de gran importancia por su peculiar biología y por ser reservorio de enfermedades transmisibles al hombre), con Susana Merani, sus colaboradores y Néstor Bianchi. Dejando de lado los aspectos estrictamente científicos, en mi opinión allí se demostró fehacientemente el agrandamiento de la brecha que separa a los países industrializados de los países en desarrollo, como la Argentina. Considero que la distancia no es únicamente visible en lo material, sino también —y sobre todo— en la orientación intelectual de las perspectivas sociales que lleva a un aislamiento recíproco del pensamiento del "Tercer mundo", por un lado, y de los países desarrollados, por el otro.

En esta oportunidad volvió a evidenciarse la tendencia a perder cada vez más el nivel de representatividad de los países "en desarrollo" en las reuniones científicas mundiales. Sin embargo, el eminente genetista brasileño Crodowaldo Pavan —descubridor de los cromosomas politénicos de *Rhynchosciara*, una mosca en la que existen cromosomas gigantes en un período de su evolución— en el Simposio final sobre *Programas Nacionales y Políticas de Genética* expuso con claridad (y con la mayor altura ética que presencié en el Congreso) la crítica situación de Latinoamérica. Dijo Pavan: "La deuda externa del Tercer mun-



do', de un trillón de dólares, es inmoral e impagable, y ha sometido a condiciones de vida subhumanas a grandes masas de Latinoamérica".

Dicho Simposio también fue sumamente revelador en aspectos de política científica. A pesar de la retórica de los políticos de las naciones desarrolladas que tiende a demostrar lo contrario, creo que tanto la "revolución verde" de la postguerra, en la que se introdujeron a la agricultura variedades genéticas de mayor rendimiento y resistencia, como la próxima irrupción de cosechas de plantas útiles con el genoma (conjunto de genes) modificado por técnica de ingeniería genética, están beneficiando más a los países desarrollados que a los países pobres. A este respecto, la representante de EE.UU. dejó entrever importantes decisiones políticas que afectarán el futuro del "Tercer mundo": 1) la resolución tomada de financiar el secuenciamiento total del genoma humano, para llegar a una decodificación completa de todo el ADN que encierran las células humanas; 2) la prioridad otorgada a la biotecnología de plantas que el Departamento de Agricultura de EE.UU., la National Science Foundation y el National Institute of Health (netamente médico) están subvencionando en forma creciente.

Estos hechos sumados al régimen de patentamiento de organismos biológicos nuevos o modificados —que la Suprema Corte de EE.UU. ha convalidado— significarían que tanto la terapia de enfermedades genéticas humanas como el desarrollo de "super cosechas" en el futuro próximo podrían ser conseguibles sólo pagando costosas patentes o derechos. Esto debería ser una grave advertencia para nuestro país.

El profesor Pavan dijo que, de 95 instituciones latinoamericanas de genética, sólo 15 estarían, en principio, en condiciones materiales y humanas de realizar procedimientos técnicos de biotecnología y apenas cinco lo están haciendo en la práctica. Las soluciones para Latinoamérica están en la cooperación, no en la competencia entre nuestros países. Y agregó que, en este sentido, Argentina y Brasil ya han comenzado el camino, en informática y en biotecnología: "cada país solo está condenado, juntos podremos sobrevivir".

Es quizá revelador (y amargo) que sólo una cincuentena de los 3.500 científicos asistieran al Simposio en el que también disertara el Dr. Pavan. Espero que sus palabras sean correctamente publicadas por las autoridades del Congreso, quienes, como corresponde a dirigentes del mundo desarrollado, muy poca preocupación mostraron por la "Unidad en Biología" —lema del Congreso— entre el mundo de los países desarrollados y el mundo de los países pobres.

Alberto J. Solari

Facultad de Medicina
Universidad de Buenos Aires

CINCUENTA AÑOS DE LA FISIÓN NUCLEAR

Las reservas conocidas de uranio pueden proveer el suministro energético de la humanidad por un tiempo del orden de algunos siglos. Estas estimaciones dependen obviamente de la estabilización de la población del planeta y del consumo per cápita que hagan las sociedades futuras. Pero mientras tanto, las contradicciones de las sociedades actuales pueden resultar en una guerra nuclear para la cual las dos superpotencias han acumulado unos 6.000 WW2 de origen nuclear (una unidad de WW2 equivale al poder explosivo de todas las bombas usadas durante la segunda guerra mundial, incluyendo las dos nucleares). En estos procesos de liberación de energía interviene la fisión (división) del núcleo.

En 1938 los químicos O. Hahn y F. Strassmann mostraron que se producía bario como consecuencia del bombardeo de uranio con neutrones. Los físicos L. Meitner y O.R. Frisch interpretaron esta aparición del bario como debida a la fisión del núcleo de uranio en dos núcleos semejantes entre sí. Ambos trabajos aparecieron publicados en 1939; sin embargo, al menos desde 1934, se habían realizado en Europa experiencias en las cuales se producía la fisión nuclear, sin que el fenómeno fuese reconocido. Este bloqueo intelectual permitió nada más, ni nada menos, que la segunda guerra mundial se librara sin armas nucleares, salvo en su tramo final.

A principios de siglo, E. Rutherford había descubierto el núcleo atómico (1908), pero su estudio sistemático sólo comenzó en la década del treinta. El año 1932 resultó clave: E. O. Lawrence construyó el primer ciclotrón en Berkeley, EE.UU., y J.D. Cockroft y E.T. Walton el primer acelerador capaz de producir transmutaciones nucleares en Cambridge, Gran Bretaña. También en Cambridge, J. Chadwick descubrió el neutrón, partícula de la misma masa que el protón, pero sin carga eléctrica. También en 1932, Roosevelt asumió la presidencia de EE.UU. y en enero de 1933 Hitler fue nombrado Canciller de Alemania. La fisión nuclear tuvo que ver con los últimos tres acontecimientos.

En 1932 se conocía el radio nuclear, unas 100.000 veces menor que el radio atómico. Se habían "pesado" los núcleos mediante el espectrómetro de masas (F.W. Aston,

1919, también en Cambridge). Resultó una densidad nuclear aproximadamente independiente del número A de nucleones que constituyen el núcleo (N neutrones y Z protones). La relación de Einstein entre masa y energía permitió calcular la energía almacenada en un núcleo, y resultó que la división en dos fragmentos iguales con A mayor que 100 es energéticamente favorable, pudiéndose liberar unos 200 MeV (millones de electrón-volt) en el caso del uranio. Sin embargo, cálculos teóricos predecían que este proceso demoraría un tiempo comparable con la edad del universo. Rutherford, jefe indiscutido de Cambridge, afirmó en 1933 que "cualquiera que espere una fuente de potencia a partir de la transformación de estos átomos (núcleos) habla disparates".

N. Bohr construyó en 1935 un modelo nuclear basado en una analogía con las moléculas de una gota líquida. Una gota de líquido se comporta como si estuviera rodeada por una membrana elástica que produce una tensión superficial proporcional a la superficie de la gota. En un proceso de fisión (véase la figura) aumenta la superficie del núcleo y con ella la tensión superficial. Los físicos creyeron que esta fuerza de restitución impedía la división del núcleo y la liberación consiguiente de energía.

El físico húngaro L. Szilard llegó a Inglaterra en 1933, huyendo de la persecución nazi a los judíos. Concibió un proceso en el cual, al ser bombardeado por una partícula, el núcleo se transforma en un emisor radiactivo capaz de expulsar dos o más partículas. Era posible imaginar así una reacción en cadena para liberar la energía almacenada en el núcleo. Desde el comienzo, Szilard temió las consecuencias de su trabajo y sugirió que los científicos no permitieran la divulgación de los descubrimientos peligrosos en países con regímenes dictatoriales. Los físicos británicos reaccionaron con frialdad ante esta propuesta, porque adherían a una tradición que exigía la libre difusión de las investigaciones para su crítica por la comunidad científica.

La posibilidad de una reacción en cadena se volvió más plausible cuando F. Joliot y su esposa I. Curie, del Instituto del Radium de París, descubrieron que los núcleos radiactivos podrían generarse en el laboratorio

(radiactividad artificial). En 1934 bombardearon aluminio con partículas alfa ($Z = 2$) y detectaron positrones (electrones con carga positiva) emitidos con retardo respecto de la reacción original.

Hacia 1934, las fuentes de neutrones eran mucho más débiles que las de partículas alfa. Sin embargo, E. Fermi pensó que podían usarse con ventajas por ser más eficientes: los neutrones no son repelidos eléctricamente por los núcleos ni frenados por los electrones. En Roma se descubrieron así varios fenómenos que resultaron muy importantes para la fisión y su utilización posterior: a) la intensidad de las reacciones nucleares aumentaba enormemente cuando los neutrones se termalizaban (frenaban), de acuerdo con la ley $1/v$ (v = velocidad); b) estas intensidades eran anormalmente grandes para el cadmio y el boro (fenómeno de resonancia); c) todo elemento se hace radiactivo al ser bombardeado con neutrones.

Fermi y sus colaboradores también creyeron que habían producido el elemento $Z = 93$ (un "transuránico"). Encontraron que al bombardear uranio la emisión radiactiva resultante no desaparecía después de una separación química que eliminaba todos los elementos entre el plomo ($Z = 82$) y el uranio ($Z = 92$). Como hasta ese momento nada más pesado que partículas alfa había sido emitido en una reacción nuclear, creyeron confirmado el descubrimiento de elementos transuránicos. Sólo en 1939 se demostró que Fermi y su equipo habían producido la fisión del uranio.

En 1938 Mussolini se alineó con Hitler e implementó leyes antisemitas en Italia. Casi todos los físicos nucleares italianos dejaron su país, incluyendo a Fermi, cuya esposa era de origen judío.

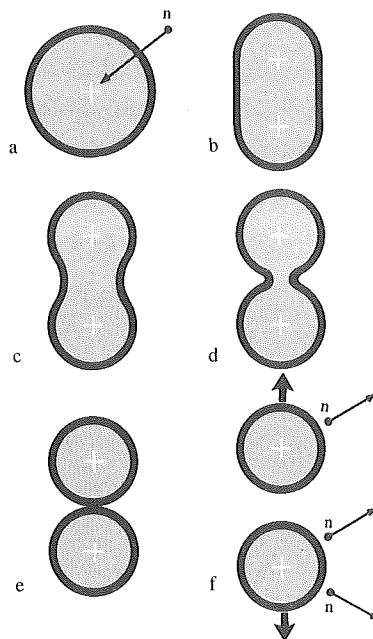
I. Noddack-Tacke repitió en Berlín la experiencia de Fermi y concluyó que "es concebible que, en la irradiación de núcleos pesados con neutrones, estos núcleos decaigan en algunos fragmentos grandes; estos fragmentos pueden ser isótopos de elementos conocidos, pero no vecinos del elemento irradiado". Nadie tomó en serio esta descripción del proceso de fisión realizada en 1934, en parte porque Noddack-Tacke no explicó cómo podían formarse los elementos más livianos, pero además por-

que tenía una reputación científica baja (también en física lo más importante que tenemos es el nombre).

Los Joliot-Curie reemplazaron el uranio de la experiencia de Fermi por torio ($Z = 90$). Encontraron nuevos elementos radiactivos transuránicos, uno de los cuales tenía un comportamiento químico "muy parecido" al del lantano ($Z = 57$). De haberse interpretado correctamente este resultado, la fisión nuclear hubiera sido anunciada por primera vez en París.

En otro laboratorio de Berlín, Hahn y Meitner también estudiaron las propiedades de los nuevos elementos transuránicos. Aunque de origen judío, la física austriaca Meitner había podido continuar una colaboración de 30 años con Hahn debido a que las leyes antisemitas no se aplicaban a extranjeros. Pero en febrero de 1938, el Tercer Reich anexó Austria y Meitner se refugió en Suecia, donde se incorporó al Instituto Nobel de Estocolmo. Mientras tanto, Hahn, ahora en colaboración con Strassmann, encontró que uno de los elementos radiactivos formados sólo podía ser bario ($Z = 56$) o radio ($Z = 88$). Hahn era uno de los químicos más respetados de Europa. Treinta años antes había desarrollado un método para separar bario de radio. En 1938 el procedimiento indicó que el elemento obtenido era bario. Pero, "como todo el mundo sabía", esto era imposible desde el punto de vista físico. Hahn escribió a Meitner contándole su dilema.

Frisch, sobrino de Meitner, trabajaba por entonces en el Instituto de Bohr, en Copenhague. También él había escapado de Alemania. Tía y sobrino decidieron pasar juntos las fiestas de fin de año en el sur de Suecia y durante una caminata resolvieron el enigma de Hahn. Pensaron que la energía electrostática (otra contribución a la energía almacenada, en el modelo de la gota líquida) debía disminuir al deformarse el núcleo para un Z suficientemente grande (como el del uranio); este efecto podía anular la fuerza de restitución debida a la tensión superficial. Descubrieron que la fisión estaba implícita en el modelo de la gota si se incluye la deformación tanto en la tensión superficial como en la energía electrostática. Los dos fragmentos deberían repelerse eléctricamente con una energía de 200 MeV, que proviene de la diferencia de masas mencionada anteriormente. El proceso recuerda al de la fisión celular y por ello los físicos adoptaron tal nomenclatura (véase la figura).



Fases de la fisión de un núcleo pesado según el modelo de la gota. El bombardeo con neutrones (a) permite la deformación del núcleo (b); las fuerzas electrostáticas que resultan de la acumulación de cargas positivas (protones) en los extremos de la gota se sobreponen a la tensión superficial y acentúan el estrechamiento (c y d) hasta que el núcleo original se divide en dos (e) y ambas partes se separan violentamente emitiendo además algunos neutrones (f).

Los grandes físicos creadores de la mecánica cuántica (que implicó incluso una nueva manera de pensar) no habían podido ver el fenómeno relativamente simple de la fisión nuclear. "¡Qué idiotas hemos sido todos!" exclamó Bohr apenas Frisch comenzó su explicación al regresar a Copenhague, el mismo día que Bohr partía para EE.UU. Bohr prometió mantener reserva hasta que Frisch pudiese verificar sus conclusiones detectando los productos de fisión. Pero olvidó mencionar su promesa al físico L. Rosenfeld, que viajaba con él, y Rosenfeld difundió la noticia en Princeton. Muchos físicos (Fermi entre ellos) se dieron cuenta inmediatamente de las implicaciones del descubrimiento. En la Universidad de Columbia (New York), en la Carnegie Institution (Washington), en Baltimore y en Berkeley se realizaron casi simultáneamente las mismas experiencias. El *New York Times* atribuyó el descubrimiento a Columbia. Después de mucho esfuerzo Bohr consiguió que las prioridades fueran respetadas. Al celebrarse el vigésimo quinto aniversario del experimento, el comunicado de prensa de Columbia decía que "sólo una persona había hecho un experimento similar: el físico O.R. Frisch, alrededor de diez días antes en Copenhague".

En Princeton, Bohr y J.A. Wheeler desarrollaron la teoría de la fisión. Bohr predijo

que el isótopo fisionable del uranio es el que corresponde a $A=235$. En ese momento parecía inimaginable separar cantidades macroscópicas del mismo, cien veces menos abundantes que el isótopo con $A=238$. Bohr regresó a Dinamarca creyendo que era imposible construir una bomba nuclear "porque para ello se necesitarían todos los esfuerzos de un país". Más tarde, el objetivo se lograría con el esfuerzo de miles de personas provenientes de varios países.

Anderson, Fermi y Hanstein (en los EE.UU.), y Halban, Joliot y Kowarski (en Francia) mostraron en marzo de 1939 que durante el proceso de fisión eran emitidos de dos a cuatro neutrones. Esto permitió pensar en una reacción en cadena y motivó programas oficiales de investigación en energía nuclear en Gran Bretaña, Alemania y la U.R.S.S. En ese mismo momento las tropas alemanas invadieron lo que había quedado de Checoslovaquia, después de Munich. La guerra era inevitable.

Por entonces Szilard renovó en EE.UU. sus esfuerzos de 1933 para lograr la censura de las publicaciones sobre fisión. Detuvo la publicación de un trabajo suyo en el que mostraba la posibilidad de construir un reactor nuclear si se encontrase un moderador apropiado (es decir, un frenador de neutrones). Trabajos similares (tampoco publicados) fueron realizados en Francia, Alemania y la U.R.S.S. Szilard también persuadió a Anderson y a Fermi para que no publicaran sus resultados sobre absorción de neutrones por carbono, que señalaban las ventajas de dicho elemento. Quizás esto fue decisivo para el curso de la guerra: los alemanes sólo consideraron como moderador el deuterio (del que nunca tuvieron cantidades suficientes) porque habían medido una absorción en carbono erróneamente alta. Los reactores nucleares (L. Turner, EE.UU.) se usaron para producir plutonio con $A = 239$, a partir del cual se construyó la bomba que destruyó Nagasaki.

En Gran Bretaña, Frisch y Peierls encontraron que sería posible aislar suficiente cantidad del isótopo del uranio con $A = 235$ mediante el procedimiento de difusión, que fue empleado posteriormente en la construcción de la bomba arrojada sobre Hiroshima. En la Argentina se lo utiliza actualmente para producir uranio enriquecido.

Daniel R. Bes

Departamento de Física
Comisión Nacional de Energía Atómica

NO A LAS ARMAS NUCLEARES

Atche del gobierno republicano español, 1937 (detalle)



“Los hábitos de pensamiento no se modifican con la misma rapidez que las técnicas”, escribió Bertrand Russell, “y por ello a medida que aumenta el conocimiento disminuye la sabiduría”. Reflexiones como ésta motivan la inquietud de quienes se niegan a aceptar un desarrollo científico y tecnológico carente de dimensión ética. En el transcurso del corriente año diversos círculos científicos han expresado su oposición a la aplicación de resultados de investigaciones a fines bélicos o que, simplemente, involucren la degradación del ser humano. CIENCIA HOY ha querido rescatar dos declaraciones particularmente significativas al respecto. Una de ellas surgió del Simposio Internacional sobre los Científicos, la Paz y el Desarme, realizado en abril en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, durante el cual fue propuesto un Compromiso Ético de Graduación que serviría de marco de referencia ético-jurídico para la realización de tareas científicas (véase “Juramento de Buenos Aires”). Por su parte, preocupados ante la posibilidad de aplicaciones militares de los desarrollos nucleares en Argentina y Brasil, las entidades profesionales que representan a los físicos

de ambos países dieron a conocer, por la misma época, la “Declaración conjunta de la Sociedad Brasileña de Física y de la Asociación Física Argentina”, cuyo texto se transcribe a continuación.

“Los Físicos de Brasil y de la Argentina, representados por la Sociedad Brasileña de Física y por la Asociación Física Argentina han manifestado públicamente, en diferentes ocasiones, su repudio a estudios o proyectos en relación con la construcción de armas nucleares en nuestros países. Nuestras asociaciones han propugnado por la unión de la Argentina y Brasil en proyectos civiles para la exploración de la tecnología nuclear, así como también por la inspección recíproca de los respectivos programas nucleares. En recientes encuentros entre los dirigentes máximos de nuestros países, declaraciones conjuntas informan que están en curso estudios de proyectos de colaboración en el campo de las tecnologías nucleares. Iniciando una nueva forma de relación, el Presidente Sarney ha visitado las instalaciones argentinas de Enriquecimiento de Uranio en Pilcaniyeu. Continuando con este plan de conocimiento mu-

tuo en el área nuclear, el Presidente Alfonsín realizará una visita a una instalación nuclear brasileña ubicada en Ipero. Dicha instalación pertenece al denominado plan nuclear autónomo brasileño, totalmente bajo supervisión militar. En Ipero se está montando una Planta de Enriquecimiento de Uranio, con el propósito declarado de desarrollar el reactor que servirá de base para propulsar submarinos nucleares. Aunque dicho conocimiento mutuo es deseable para la relación entre nuestros países, estas visitas no deben servir de pretexto para la legitimación de estos programas ante la sociedad civil. La Sociedad Brasileña de Física y la Asociación Física Argentina reiteran su posición conjunta en contra de programas nucleares con finalidad militar y de todo tipo de desarrollo de armas nucleares en ambos países, concordando que sus programas nucleares deben basarse en el control civil estricto de los mismos, generando los mecanismos que garanticen efectivamente sus objetivos pacíficos.”

Esta declaración lleva la firma de Gil da Costa Marques y de Roberto D. Rivarola, presidentes de la Sociedad Brasileña de Física, y de la Asociación Física Argentina, respectivamente.

Juramento de Buenos Aires

Teniendo conciencia de que la ciencia y en particular sus aplicaciones pueden ocasionar perjuicios a la sociedad y al ser humano cuando se encuentran ausentes los controles éticos adecuados, me comprometo firmemente a que mi capacidad como científico nunca sirva a fines que lesionen la dignidad humana, guiándome por mis convicciones personales, asentadas en un auténtico conocimiento de las situaciones que me rodean y de las posibles consecuencias de los resultados que se derivarían de mi labor, no anteponiendo la remuneración o el prestigio, ni subordinándome a los intereses de empleadores o dirigentes políticos. La investigación científica que desarrolle será para beneficio de la humanidad y en favor de la paz.

EMIGRACION DE ARGENTINOS: VERSIONES Y REALIDADES

Aunque la emigración de los argentinos no es un fenómeno que revista un carácter cíclico, de tanto en tanto ocupa el interés del periodismo. Tal cosa ocurrió en los meses de junio y julio de este año. Algunas notas publicadas en diarios y revistas intentan demostrar que la emigración de los argentinos se incrementó; otras, dando por sentado lo anterior, exponen las dificultades que experimentan los jóvenes emigrados para afincarse en el extranjero. Pero, ¿cuáles son las evidencias empíricas que sostienen estas afirmaciones?

La prensa difundió extensamente en 1981 los resultados de una supuesta investigación que arrojó un total aproximado de 2.125.000 argentinos expatriados. Este valor, que incluía connacionales residentes en el exterior, amén de descendientes de los mismos y otros argentinos en situación irregular, fue aceptado sin mayor crítica por académicos de distintas disciplinas y desde entonces se lo ha mencionado con frecuencia. En 1985 realizamos con otros colegas

una investigación científica sobre el tema que permitió probar, entre otras cosas, que aquella cifra (algo más de dos millones) estaba notablemente sobredimensionada.

De acuerdo con nuestro trabajo, la estimación del número de argentinos que emigraron entre 1954 y 1984 alcanza a 547.000. La tendencia del fenómeno a lo largo del tiempo es creciente, tanto en números absolutos como relativos (tasa de emigración) y los emigrantes tuvieron como principales lugares de destino los Estados Unidos (22% del total), los cinco países limítrofes de la Argentina (41%), Israel, Venezuela y España. Una síntesis de las cifras a las que arribó nuestra investigación puede verse en el cuadro de esta página.

Cabe subrayar que entre el momento en que se realizaron estas estimaciones (que abarcan hasta fines de 1984) y el presente, no se ha producido información estadística nacional o internacional que posibilite una revisión de nuestro trabajo o su actualización a años más recientes. Tampoco cono-

ceamos otros trabajos que hayan revisado nuestras estimaciones o producido otras por medio de técnicas diferentes. Sin embargo, en *La Nación* del 12/6/88 se afirma: "... la cifra que más se maneja cuando se habla de argentinos radicados en el resto del mundo es de 2.200.000". También se consigna que la Cancillería estimó, sobre la base de apreciaciones particulares, información de medios confiables y registros de argentinos matriculados, un valor de 266.757 para el número de conciudadanos residentes en seis países: Estados Unidos, Canadá, Australia, España, Italia y Francia. Pero inmediatamente se agrega: "La propia Cancillería estima que el triple de estas cantidades estaría más acorde con la realidad". "Por ello, prosigue la nota, el Ministerio de Relaciones Exteriores estima que alrededor de 800.000 argentinos residen en algunos países...". En síntesis, la noticia presenta dos cifras: una global, de 2.200.000 personas, sin mención de fuentes ni fechas de referencia, y otra parcial, referida a seis países, que en principio no es más que una opinión de la Cancillería.

Las notas periodísticas recientes incluyen además otro tipo de información parcial y contradictoria. El artículo de *La Nación* asegura que los consulados de los Estados Unidos, Canadá y Australia expidieron más de 2100 visas de radicación en 1987, de las cuales 1273 correspondieron a los Estados Unidos, cifra sólo superada por las 1467 expedidas en 1981. La revista *Gente*, en su edición del 26/5/88, informa que el agregado de prensa de la embajada de Estados Unidos expresó que "la cantidad de pedidos de visa no ha aumentado y se mantiene en los mismos niveles de años anteriores..." y que "...otorgamos unas 1200 visas anuales...". Sin embargo, cifras y menciones como las anteriores no permiten inferir conclusiones acerca del cambio que se estaría produciendo en el régimen de emigración de argentinos. Las solicitudes de visas de emigración y las visas realmente otorgadas son cosas bien distintas en significado y número. Los argentinos que abandonan el país con visas de radicación otorgadas y aquellos que lo hacen sin esa clase de visa (y permanecen en el exterior) constituyen fenómenos de características muy disímiles.

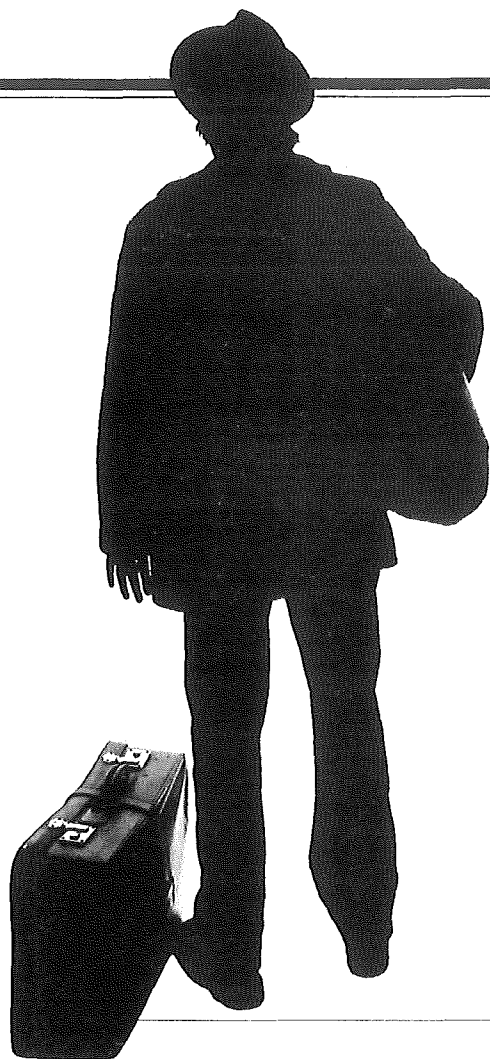
Otras publicaciones se refieren al núme-

Argentina. Estimación de flujos y stocks de emigrantes argentinos

I.	Fuentes	Flujos por periodos			
		1960	1960-1970	1970-1980	1980-1984
	Datos nacionales	--	128.217	236.138	180.979
	Datos extranjeros	110.000			
	Flujos acumulados	a 1960: 110.000	a 1970: 238.217	a 1980: 474.355	a 1984: 655.334
II.	Fuentes	Stocks a fechas determinadas			
		a 1960	a 1970	a 1980	a 1984
	Datos nacionales	--	118.742	320.532	482.072
	Datos extranjeros	93.594	80.276*	68.852*	64.933*
	Stocks totales	93.594	199.018	389.384	547.005

* Sobrevivientes del stock a 1960.

Fuente: Lattes A. E. y Oteiza E., *Dinámica migratoria argentina (1955-1984) Democratización y retorno de expatriados*. UNRISD, CENEP, pág. 139, París, 1986.



ro de solicitudes para la obtención de la nacionalidad italiana y española, y señalan que el mismo ha aumentado significativamente. Así, el diario *El Día*, en su edición del 7/5/88, titula una nota del siguiente modo: "Emigran cien platenses por semana al exterior". La información subsiguiente remite a una declaración del cónsul general de Italia en La Plata, en el sentido de que en sus oficinas recibe diariamente entre 10 y 15 jóvenes que desean adquirir la nacionalidad italiana, y que algo semejante ocurre en el consulado español, al que se acercan unos 30 jóvenes por semana para informarse acerca de la posibilidad de obtener la nacionalidad española. Se agrega, además, que este tipo de solicitudes se ha ido incrementando en los últimos cuatro años. Pero tampoco en este caso es posible extraer como consecuencia que la emigración de argentinos está creciendo. Bien podría ocurrir que, dado que las condiciones de inmigración y permanencia en otros países se han restringido notablemente, una

mayor proporción de argentinos que desean emigrar trate de hacerlo en condiciones legales o reglamentarias.

Sobre la base de esta clase de informaciones desarticuladas, incompletas, sin evaluación ni control y analizadas sin método alguno, no se puede sostener que la emigración de argentinos tenga hoy determinado tamaño, o que la misma esté aumentando. Con menor razón se pueden aceptar como probadas dos presunciones que suelen aflorar en las noticias vinculadas con la emigración de argentinos: que es negativa para el país y que expresa su crisis. Es verdad que existen pocos científicos dedicados al estudio de este tema. No obstante, ello no justifica que la información y el diagnóstico que se difunden periódicamente sobre el fenómeno carezcan de fundamento empírico y metodológico.

Alfredo E. Lattes
Centro de Estudios de Población
(CENEP)



REVISTA

ética & ciencia

La ciencia
analizada
por
científicos
y filósofos



Correspondencia y suscripciones:
Sergio R. Zagier, "ética & ciencia",
C.C. 94 Suc. 19, 1419 Buenos Aires,
Argentina, tel. 572-1050 y 572-5766.

SECRETARIA DE CIENCIA Y TECNICA

“De la Investigación
a la Producción”

PROGRAMAS NACIONALES

BIOTECNOLOGIA

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Subprograma Agroindustrias para Exportación

Subprograma Limitantes Producción Animal

Subprograma Producción Agraria

HIDROCARBUROS E INDUSTRIA QUIMICA

INFORMATICA Y ELECTRONICA

REGIONALIZACION

ENFERMEDADES ENDEMICAS

CIENCIA Y TECNOLOGIA DE MATERIALES

Subprograma Metálicos

Subprograma No Metálicos

Subprograma Materiales Compuestos

ENERGIAS NO CONVENCIONALES

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

LA HUELLA DIGITAL DE ADN

Entre las especializaciones de la ciencia desarrolladas en los últimos años se cuenta la antropología forense, es decir, la aplicación de la antropología biológica a problemas de la medicina legal. En la práctica está referida al estudio de restos esqueléticos humanos por indicación del Poder Judicial en aquellos casos en que no se conocen la identidad de la víctima ni la causa de su muerte. Tal tipo de investigación se torna relevante, por ejemplo, en casos de desastres masivos, accidentes o guerras.

El desarrollo de esta especialidad en Latinoamérica estuvo vinculado con la ocurrencia de ejecuciones extrajudiciales y el ocultamiento de cadáveres de desaparecidos, episodios vinculados con la represión ejercida por distinto género de sistemas políticos dictatoriales. En el caso de nuestro país, la antropología forense permitiría además la identificación de los restos de combatientes en la guerra de las Malvinas, cuya exhumación y traslado al continente han sido solicitados por algunas instituciones.

Para lograr los objetivos de identificación y causal de muerte, la antropología forense utiliza los recursos que le brindan otras disciplinas. Las técnicas arqueológicas le permiten preservar las evidencias en la recuperación de los restos a someter a peritaje; una vez exhumados, puede investigarse la edad de la víctima estudiando la maduración ósea. Para la determinación del sexo se emplean criterios morfológicos y estadísticos, mientras que la raza puede ser revelada por el estudio de los detalles faciales. En cuanto a la causa de la muerte, se puede arribar a dictámenes confiables para diferenciar el suicidio, la muerte natural o accidental y el homicidio. Por último, la identificación se realiza en un 80% de los casos a través del cotejo de fichas odontológicas pre y post-mortem. Cuando no se cuenta con la ficha pre-mortem se utilizan técnicas tales como las de reconstrucción facial, superposición cráneo-foto, el cotejo de patologías antiguas o la comparación radiológica de la trama ósea.

En nuestro país, el Equipo Argentino de Antropología Forense (EAAF) realiza peritaciones en el área y a la vez investigaciones en arqueología, antropología biológica

y antropología social destinadas a perfeccionar las técnicas de identificación existentes y desarrollar otras nuevas. En particular, existe la posibilidad teórica y práctica de emplear para tales fines la recuperación de material genético (ADN mitocondrial, ADN mt) de restos óseos y piezas dentarias. Trabajos recientes, realizados por C. Orrego en la Universidad de Berkeley (California), muestran que dicha posibilidad, hoy real en el laboratorio, genera la expectativa de aplicaciones directas a casos forenses en el mediano plazo.

El ADN mt es heredado única y exclusivamente a través de la madre. Secuencias de esta molécula, al no experimentar recombinación con la versión paterna (en contraste con genes en el ADN nuclear), definen con especial fidelidad linajes propios de cada familia. Además, el ADN mt evoluciona con tal rapidez que es muy probable, de acuerdo con los estudios de poblaciones de C. Orrego, A. C. Wilson y M. C. King en Berkeley, que proporcione una verdadera huella digital a nivel molecular: sus características, en cada individuo, serían irrepetibles en otros no relacionados por línea materna.

Se cuenta ya con una serie de experiencias exitosas en la utilización de esta huella evolutiva. En 1984, Higuchi y Wilson en



Excavación arqueológica de una sepultura individual realizada en 1985 en Isidro Casanova, partido de La Matanza.

Berkeley recuperaron ADN mt de una especie extinta de cebrá datada en 140 años. En 1985 se desarrolló la técnica de replicación *in vitro* de ADN conocida como "reacción en cadena de polimerasa" (Polymerase Chain Reaction, PCR), la cual permite, a partir de unas pocas moléculas de ADN e incluso afectadas extremadamente por exposición ambiental, replicarlas fielmente en el tubo de ensayo, facilitando así la obtención de secuencias informativas. Con esta técnica, S. Pääbo, del grupo de Berkeley, pudo amplificar ADN mt a partir de tejidos encefálicos recuperados en los pantanos de Windover, Florida, donde se han encontrado restos humanos de 7.500 años de antigüedad. Este grupo también ha logrado la recuperación y amplificación de ADN mt en momias andinas y molares humanos de reciente data, donde el material genético ha sido degradado por incubaciones largas en ambientes acuosos.

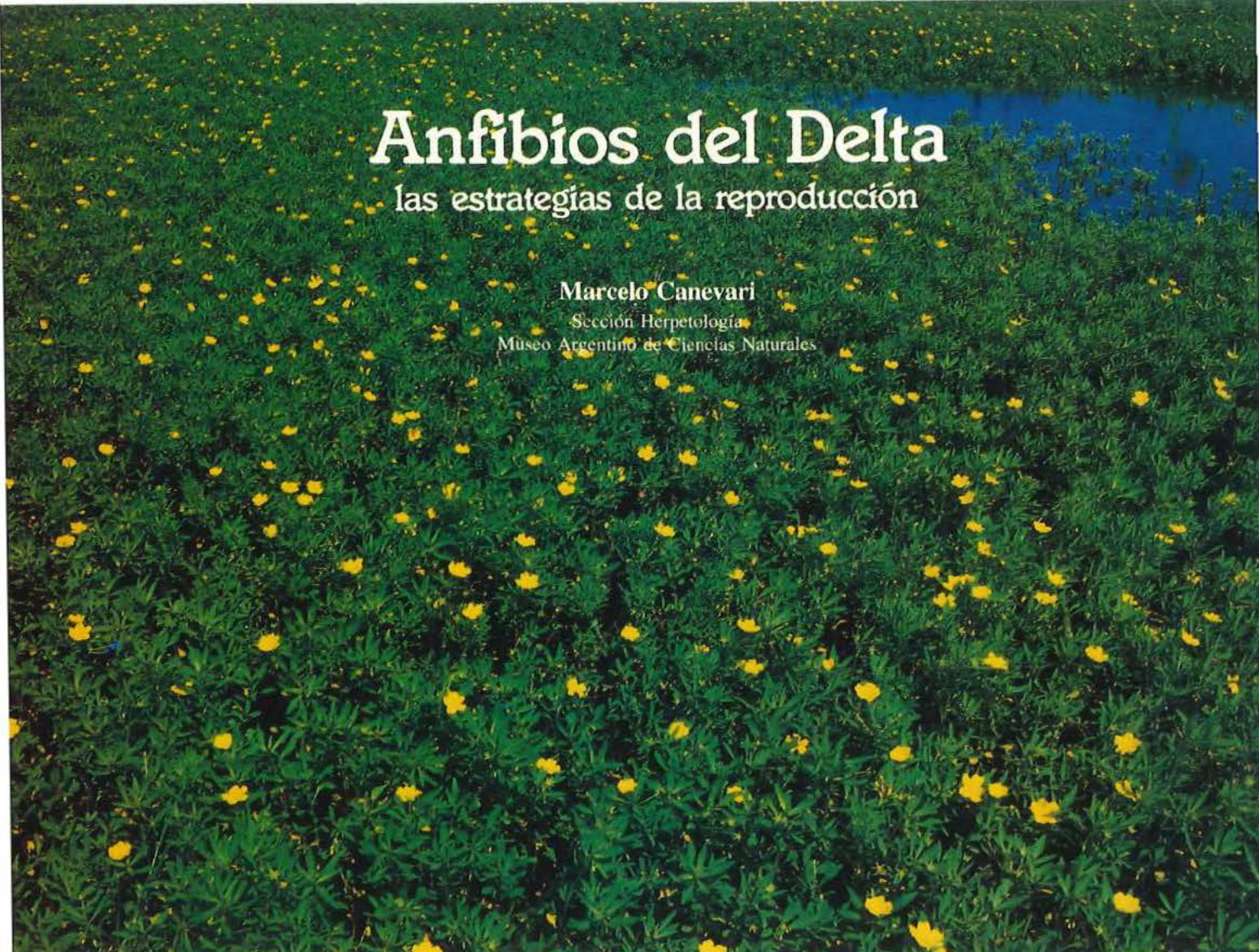
Estos hallazgos abren nuevas oportunidades de interacción entre la biología molecular, la antropología, la arqueología y las ciencias forenses en la reconstrucción de la historia de las poblaciones e incluso de familias a través de la historia. Podría aventurarse, finalmente, la creación en el futuro de bancos de datos genéticos poblacionales, los que permitirían establecer identificaciones con alto grado de confiabilidad. En la Argentina existe ya, en el Hospital Durand de Buenos Aires, un banco nacional de datos genéticos para determinar la filiación de niños desaparecidos.

Alejandro Inchaurregui

Equipo Argentino de Antropología Forense



Mediciones craneométricas destinadas a la determinación del sexo de la víctima.



Anfibios del Delta

las estrategias de la reproducción

Marcelo Canevari

Sección Herpetología
Museo Argentino de Ciencias Naturales

El noreste de Buenos Aires, en las cercanías de la Capital Federal, recibe permanentemente aportes genéticos de las regiones subtropicales del país, debido a la acción de los ríos Paraná y Uruguay, que constituyen importantes vías de penetración para la fauna y la flora.

Una densa franja de vegetación selvática se desarrolla a lo largo de estos cursos de agua en islas y riberas, donde los sedimentos acarreados por los ríos forman un lomo conocido como albardón. Paralelos al río, se encuentran los madrejones, nombre que reciben los cauces abandonados, en general cubiertos por un denso tapiz flotante; hacia el interior aparecen bañados, pajonales y lagunas. Aunque empobreciéndose paulatinamente hacia el sur, esta vegetación alcanza las riberas del Río de la Plata y su extremo austral se encuentra en Punta Lara, en las cercanías de la ciudad de La Plata.

Durante las grandes crecientes, las aguas penetran en el interior de las islas inundando madrejones y lagunas, y arrastrando con potencia arrolladora troncos, camalotales y otras masas de vegetación flotante, que son llevados hacia el sur, a menudo hasta las

costas del Río de la Plata. Una multitud de habitantes que vive en los sitios inundados, y que se refugia en las islas flotantes, es transportada con ellas. Actualmente se trata de fauna menor, pero en el pasado llegaban hasta el delta del Paraná embalsados que transportaban yaguaretés y otros grandes mamíferos.

Luego de las grandes crecientes de 1977 y 1983, a lo largo de las costas del Río de la Plata hemos encontrado en sitios tales como la Ciudad Universitaria, Costanera Norte o Punta Lara, once especies de ofidios, quince de anfibios y gran diversidad de vida animal. Muchas de las especies transportadas encuentran en la nueva región condiciones propicias para su desarrollo y reproducción, y colonizan el área; otras no prosperan y van desapareciendo paulatinamente. Un ejemplo de colonización es el área de relleno donde actualmente existe la reserva de la Costanera Sur, sobre la costa del Río de la Plata, en Capital Federal, que comenzó a rellenarse en el año 1977. Actualmente se han citado para la reserva nueve especies de anfibios y ocho de ofidios; así es altamente probable que

nuevas especies aparezcan en el futuro.

Los requerimientos de los anfibios están relacionados con la humedad y temperatura, pero también, y muy especialmente, con el régimen de precipitaciones y los diversos tipos de cuerpos de agua necesarios para la reproducción.

La cercanía del Río de la Plata, verde y húmeda gran parte del año, les ofrece una variada disponibilidad de ambientes: lagunas permanentes, con el espejo de agua limpio o cubierto por vegetación flotante, charcos temporarios de poca profundidad, pequeños arroyos de aguas lentas, etc. Hay, además, múltiples lugares que sirven de refugio en épocas adversas, y diversas posibilidades alimenticias.

Alrededor de 22 especies de anfibios viven en esta zona aprovechando las posibilidades de refugio, alimentación y sitios reproductivos que ofrece el área. Hacia el oeste y el sur de la provincia de Buenos Aires disminuye la variedad de ambientes, las posibilidades alimenticias, los índices pluviométricos y las temperaturas; en consecuencia también disminuye la diversidad de especies.

Todos los anfibios que viven en los alrededores de la Capital Federal hibernan durante los meses fríos; los sitios que utilizan para ocultarse durante este período son muy variados. Las ranas trepadoras de la familia *Hylidae*, por ejemplo, utilizan con frecuencia escondrijos entre la vegetación acuática arraigada que rodea los cuerpos de agua donde se reproducen. Todas ellas pertenecen a especies de tamaño mediano o pequeño, por lo tanto con mayores riesgos de deshidratación que otros grupos, lo que les impide alejarse de los sitios de cría. Un refugio frecuentemente utilizado por todas las especies de esta familia que viven en Buenos Aires son las serruchetas (*Eryngium spp.*), plantas de la familia Umbeliferae, cuyas hojas alargadas y dispuestas en roseta están defendidas por una hilera de espinas en cada borde. Las axilas de las mismas constituyen, por lo tanto, no sólo un sitio húmedo, gracias al agua acumulada por la lluvia o rocío, sino también una excelente defensa contra predadores. Los troncos caídos o la corteza de los árboles también sirven de escondrijo a este grupo de ranas trepadoras.

Los sapos tienen piel mucho más resistente a la desecación que la de otros anfibios y por lo tanto pueden independizarse del agua en mayor medida, alejándose a veces, a grandes distancias de los sitios de cría. Existen dos tipos en el área. El mayor, *Bufo arenarum*, es muy conocido, ya que se acerca a las casas en busca de insectos atraídos por la luz. Durante el invierno se oculta bajo troncos o piedras, en resquebrajaduras y en cuevas. La otra especie, *Bufo granulosus*, es cavadora y construye pequeñas cuevas en el suelo ablandado por la lluvia; vive allí la mayor parte del año, capturando insectos que se acercan a su guarida. Al ser agredido, infla su cuerpo y cierra los ojos, obstruyendo totalmente la entrada de la cueva, de donde es casi imposible retirarlo.

También los escuerzos (*Ceratophrys ornata*) cavan cuevas en el barro utilizando un tubérculo córneo de borde afilado que poseen en las patas posteriores. En épocas secas, las viejas mudas de piel forman una capa protectora contra la deshidratación. Pero con las lluvias, semienterrado en el barro, acecha a la espera de sapos, roedores y hasta pequeñas aves. También el escuercito (*Odontophrynus americanus*) cava con sus miembros posteriores, permaneciendo oculto la mayor parte del año. Estas dos últimas especies salen de sus refugios únicamente después de grandes lluvias, para buscar más activamente el alimento y reproducirse.

Los *Pseudidae*, que son los únicos anfibios de la zona con membranas interdigitales, no se alejan nunca del agua y se refu-



gian entre las plantas acuáticas durante los meses fríos.

La mayoría de las especies de la región comienza la reproducción a fines del invierno o comienzos de la primavera, con la llegada de las grandes lluvias. Pero como las condiciones ambientales varían mucho de un año a otro, varía, también, el éxito reproductivo. Algunas especies son más exigentes que otras en cuanto a requerimientos ambientales y aparecen solamente con temperaturas elevadas, luego de lluvias torrenciales; en tales circunstancias se produce una verdadera invasión de estos anfibios en la región.

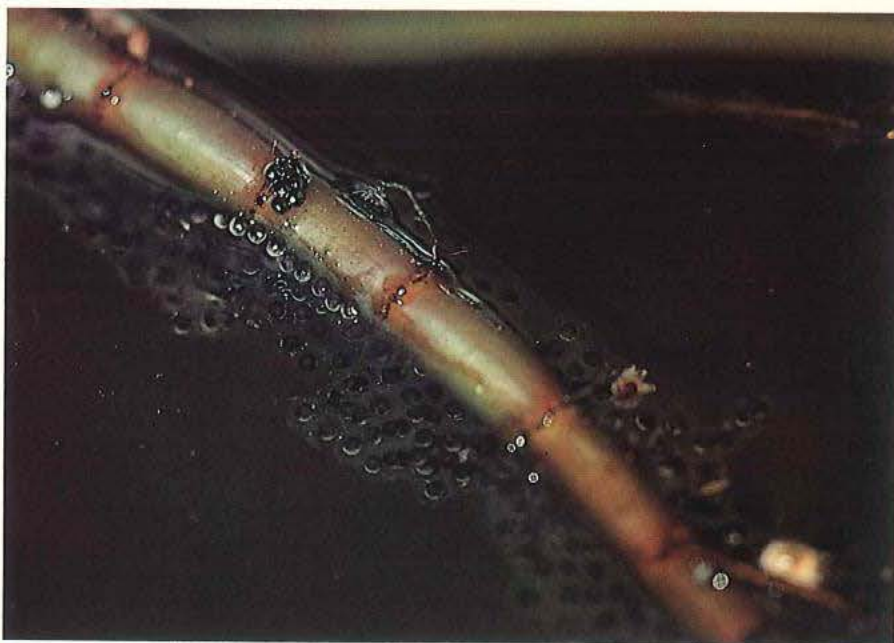
Hay otras especies (como *Hyla pulchella*, *Bufo arenarum*, *Leptodactylus ocellatus*) con menores requerimientos de humedad, temperatura y sitios reproductivos, capaces de reproducirse a lo largo de toda la época estival. Son, en general, las especies



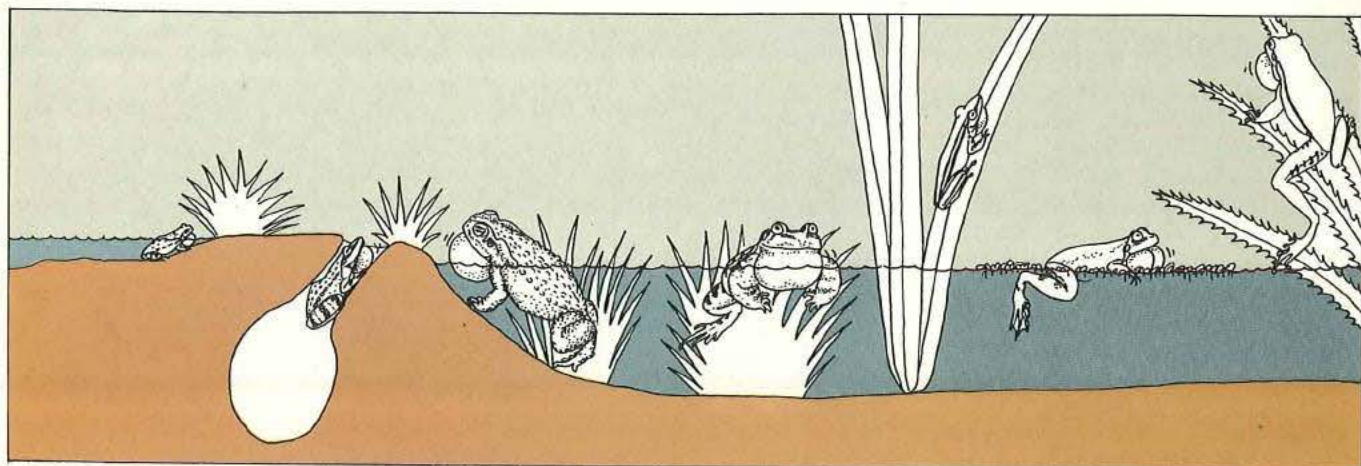
Bufo arenarum, habitante de lagunas permanentes, y el muy conocido escuerzo (*Ceratophrys ornata*), especie voraz y agresiva.



Odontophrynus americanus, también conocido como escuercito. Durante buena parte del año permanece oculto. Al llegar las grandes lluvias abandona los refugios en busca de alimento.



En la parte superior, dos imágenes de *Hyla pulchella*, especie con menores requerimientos de humedad, temperatura y sitios reproductivos, circunstancias que le permiten reproducirse a lo largo de todo el verano. Arriba, una puesta de la misma especie. A la izquierda, *Hyla nana*, que prefiere utilizar los cuerpos de agua temporarios que se forman con las lluvias estivales. Abajo, esquema del hábitat que comparten los distintos anfibios del Delta bonaerense.



Dibujos Gustavo Carrizzo

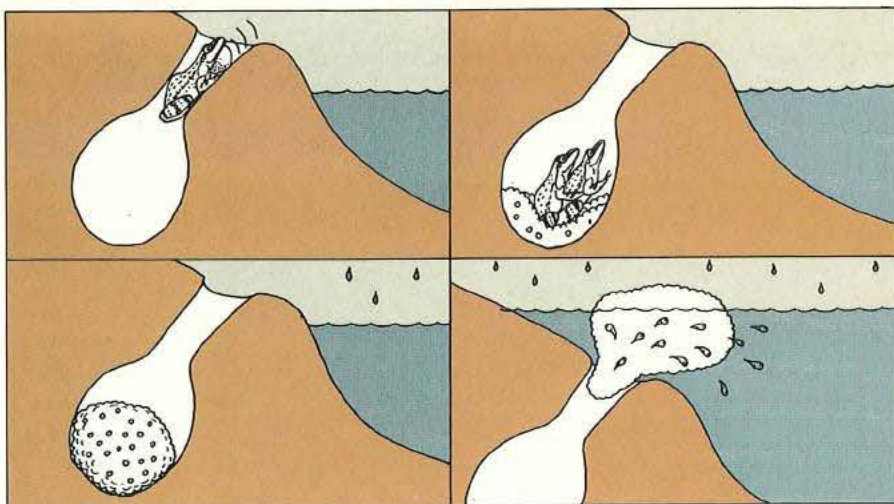
más abundantes en el área y, aparentemente, las mejor adaptadas al clima y geografía de la zona. Hay alguna (*Physalaemus barbouri*) que puede comenzar su período reproductivo en pleno invierno o prolongarlo hasta muy entrado el otoño.

Para evitar competencia, las diferentes especies del área aprovechan los distintos y abundantes cuerpos de agua existentes. Algunas (*Bufo granulosus*, *Hyla nana*, *Ceratophrys ornata*, entre otros) utilizan principalmente los cuerpos de agua temporarios que se forman con las lluvias estivales. Una de las ventajas de estos ambientes es la menor proporción de predadores (peces, belostómidos y otros insectos acuáticos); una segunda circunstancia favorable está dada por la menor competencia con otros anfibios. Los renacuajos de estas especies son poco nadadores (renacuajos de fondo) y tienen una velocidad de desarrollo de uno a dos meses. En años lluviosos tienen buen éxito reproductivo y sus poblaciones se incrementan, pero en años secos muchos charcos desaparecen y con ellos muchas puestas que no llegan a término. En estos períodos se encuentran los restos secos de individuos que no recibieron las lluvias esperadas antes de completar la metamorfosis, o los renacuajos de varias especies concentrados en los pequeños restos de agua, a veces sirviendo de alimento a garzas, cigüeñas y otras aves. En ocasiones los renacuajos pueden sobrevivir hasta la llegada de nuevas lluvias, gracias a la humedad que queda debajo de los restos de algas o plantas flotantes.

Las especies cavícolas de la familia Leptodactylidae (*L. mistacinus*, *gracilis*, *latinasus*) presentan una particular adaptación para la reproducción en charcos temporarios. Se reproducen dentro de cuevas que el macho cava en el barro, con la llegada de las primeras lluvias estivales, en el borde de charcos y lagunas, y a menudo en el lecho seco de estos ambientes.

Durante el amplexo, que ocurre dentro de la cueva, la hembra deposita, junto con los huevos, una sustancia albuminosa que la pareja bate con las patas posteriores, formando un nido de espuma. Los huevos quedan inmersos en esta espuma, que servirá de alimento a los renacuajos en los primeros estadios.

El éxito reproductivo de estas ranas depende de lluvias escalonadas. Con las nuevas lluvias la cueva se inunda y la espuma con los renacuajos o los huevos es arrastrada al exterior por el agua. Dado que estas lagunas pueden desaparecer rápidamente, la metamorfosis de los renacuajos de este grupo dura aproximadamente 15 ó 20 días. Posiblemente la concentración de individuos o el aumento de la temperatura del



Las especies cavícolas realizan el amplexo dentro de la cueva. Junto con los huevos, la hembra deposita una sustancia albuminosa, que será luego batida por la pareja. El agua arrastrará al exterior el nido de espuma así formado.



Nido de espuma de *Leptodactylus ocellatus*. La sustancia albuminosa que lo constituye servirá de alimento a los pequeños renacuajos.

agua incida en la velocidad del proceso metamórfico, ya que en cautiverio se han obtenido metamorfosis más lentas.

Hay especies (*Hyla pulchella*, *Lysapsus mantidactylus*, *Odontophrynus americanus*, *Bufo arenarum*) que prefieren lagunas permanentes de aguas más profundas para la reproducción, y muchas veces con el espejo de agua cubierto por una densa capa de vegetación flotante. En muchos casos poseen renacuajos nadadores, que pueden pasar como larvas el período invernal, completando el desarrollo con la llegada de la primavera. La especie mejor adaptada a los cuerpos de agua permanente es *Lysapsus mantidactylus*; la larva de este anfibio

tiene el cuerpo aplanado lateralmente y posee un gran desarrollo de la aleta caudal, siendo un excelente nadador.

Hyla pulchella es uno de los anfibios más adaptables de la región. Aprovecha cuerpos de agua muy diversos, canta, se aparea aun con bajas temperaturas y las larvas pueden variar la velocidad de metamorfosis según la época. En semicautiverio hemos criado individuos que completaron la metamorfosis en primavera, alcanzaron el tamaño adulto y comenzaron a cantar a mediados de enero; a comienzos de marzo el canto más intenso indicaba el comienzo de la reproducción y a fines del mismo mes ya había posturas.



Arriba, renacuajos de *Leptodactylus ocellatus* que permanecen agrupados en cardúmenes. A la izquierda, pareja de la misma especie apareándose en el interior del nido de espuma. Esta especie se ocupa del cuidado de las crías permaneciendo en las cercanías del grupo.

Aunque existen gritos de amenaza, como los que puede emitir el es-cuerzo, o sonidos de "angustia", que emiten algunas especies al ser captu-radas por un predador, la principal función de la vocalización en los anfibios es permitir el canto que emiten los machos, dilatando el saco vocal que actúa como caja de resonancia, para llamar a las hembras e iniciar el proceso de reproducción.

En algunos casos el canto también atrae a los machos de las mismas especies; de esta manera se concentran en los sitios de reproducción formando coros. El canto de un individuo puede estimular al resto y es posible motivar al conjunto con una grabación o incluso imitando artificialmente el sonido. Cada especie tiene sitios particula-

res para emitir el canto, por lo que aun cuando coincidan los cuerpos de agua en que se reproducen varias de ellas, general-mente no coinciden los lugares de canto. Por lo tanto, tampoco coinciden los sitios de encuentros entre ambos sexos ni los de la puesta de los huevos.

Es así que las ranas trepadoras (*Hylidae*) cantan sobre las plantas acuáticas arraiga-das. *Hyla pulchella* tiende a hacerlo a esca-sa altura del agua. Otras, como *Hyla nana* e *Hyla squalirostris*, lo hacen en la vegeta-ción arraigada más densa (totoraes, espada-ñaes, cortaderaes). *Lysapsus mantidac-tylus* canta flotando en el centro de las lague-nas, a veces semiescondida entre la vegeta-ción. Como una adaptación para cantar flo-tando, esta especie posee un par de sacos

vocales que se dilatan a ambos lados de la boca. *Physalaemus barbouri* emite su lla-mado escondido en la base de los tallos de las plantás. Otras especies (*Bufo arena-rum*, *Leptodactylus ocellatus*) cantan en lu-gares muy expuestos, en las orillas de vege-tación baja.

Pseudopaludicola falcipes lo hace en campos inundados, incluso en pequeños huellones. Las especies cavícolas, por su parte, cantan en cuevas construidas en el barro, a orillas de charcos y lagunas.



LECTURAS SUGERIDAS

- AMBROSINI, S. *Etología de anfibios de ambien-tes temporarios del N.E. de la provincia de Buenos Aires*. Seminario de Licenciatura, C.A.E.S.E., 1985.
- CEI, I.M. *Amphibians of Argentina*. Monitore Zoologico Italiano, Florencia, 1980
- GALLARDO, J.M. *Anfibios de los alrededores de Buenos Aires*, Buenos Aires, Eudeba, 1974.
- GALLARDO, J.M. *Anfibios y reptiles del partido de Magdalena (Provincia de Buenos Aires)*, Buenos Aires, Artes Gráficas Rioplatenses, 1987.

Modernidad en las orillas

Entre 1920 y 1930 la literatura argentina ofrece un momento de riqueza singular. Los nombres de Borges, de Gironde, de Arlt, de Güiraldes, de Mallea, de González Tuñón están ahí para comprobarlo. Están también las revistas literarias: *Proa*, *Contra*, *Martín Fierro*, *Sur*, las polémicas: Florida y Boedo, Marechal contra Lugones, 'con Gálvez o con Martínez Zuviría'; los nuevos actores, entre ellos las mujeres; las nuevas poéticas. La crítica literaria no ha sido insensible a esta riqueza, aunque se ha manifestado más pródiga en estudios sobre autores que en trabajos de conjunto. Y es desde una perspectiva de conjunto que *Una modernidad periférica: Buenos Aires 1920 y 1930* viene a arrojar sobre esos textos tantas veces leídos una mirada tan radicalmente renovadora, que su consideración resulta imprescindible para cualquier lectura futura.

¿En qué consiste la novedad de este libro? Se pueden pensar dos líneas de aproximación a una respuesta: una, registrando la deliberada exhibición de los modelos que se hace en el prólogo, con especial atención a *All that is solid melts into air* de Marshall Berman y *Fin-de-siècle Vienna* de Carl Schorske; la otra, teniendo en cuenta la elección de una problemática, la de la modernidad, para interrogar desde ella a la literatura (y no exclusivamente a los textos literarios) a fin de arrancarle un secreto pocas veces perseguido por la crítica: el del espesor de la experiencia. Ambas líneas se unen, en realidad, en Berman.

No es casual que *All that is solid melts into air* haya fascinado a Beatriz Sarlo: es un libro fascinante; pero es también un libro apasionado, provocativo, de fuerte tensión hacia el sostenimiento de valores que conjugan los conflictos de la modernidad con las utopías de la revolución, en un registro muy cercano al de sus propias preocupaciones. Es, también, un libro que entra a saco, a veces de modo salvaje, en los textos literarios, con una fuerza que reside en parte en su estilo y en parte en su libertad, o mejor, en una libertad que es su estilo. Pero en este sentido Berman no revela a Sarlo nada que no estuviera previamente en ella: tan sólo lo consolida o lo legitima, como dando un espaldarazo a lo que, hace un par de años, escribió en otro prólogo: "Tengo con la poesía una relación incómoda. (...) frente a ella me siento siempre en deuda, convencida de que no puedo escribir nada que cree la ilusión de que devuelvo al texto lo que me ha dado.

Soy una lectora que saquea a los poetas, abre sus libros para robarlos, los despedaza en citas y en epígrafes".

Más que un método, esto define una posición, como si se dijera lo que la crítica debe ser, y lo que de ello resulta en este caso, cruzado con el "modelo Schorske", es un libro denso y a la vez fragmentario, deliberadamente incompleto y también apresurado, como contagiado por la velocidad del cambio que caracteriza al período que es su objeto; un libro necesariamente desparejo, que trabaja con instrumentos heterogéneos sobre un corpus también heterogéneo, en el que entran narrativa, poesía, ensayo, artículos críticos, y que repara hasta en los avisos publicitarios y en las supercherías que forman parte de algunas estrategias de escritor. La lectura de Sarlo practica cortes y agrupamientos en ese corpus, define lugares y condiciones de posibilidad, señala las diferencias que se resisten a ser absorbidas en cualquier construcción hipotética de instancias unificadoras o hegemónicas, sean ellas un sujeto plural de las vanguardias o una corriente central de la literatura culta.

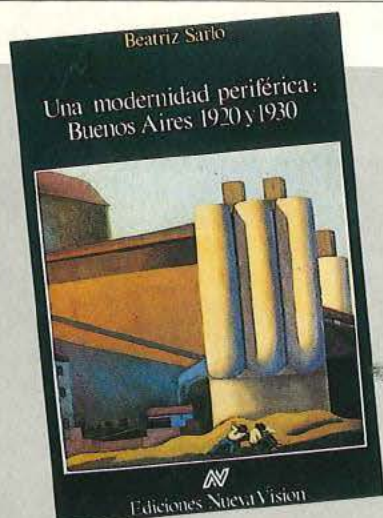
Si el estatuto discursivo de este libro no termina de situarse en el amplio registro que va de la crítica a la historia literaria, o de la historia intelectual a la cultural, queda claro que ello no se debe a un estado de perplejidad frente al saber crítico, sino a la índole misma de las interrogaciones que se plantea; pues la cuestión no es solamente qué se escribió en esos años, sino cómo se escribió, desde dónde, con qué materiales y a partir de qué posesiones o carencias, cuáles fueron las experiencias y proyectos de quienes escribieron, cuáles los fundamentos de valor que asignaban a esos textos su función estética y su orientación social. Y como se trata de descubrir en los textos literarios las huellas de la particular experiencia de modernidad que por esos años sacude a estas orillas del mundo occidental, y de registrar las distintas modalidades de respuesta frente a los cambios que esa modernidad genera, Sarlo, sin abandonar su firme anclaje en las perspectivas teóricas que sistematizó en *Literatura/ Sociedad*, convierte esa libertad discursiva en una verdadera creación crítica. De ahí que sea posible vincular *El paso de los libros* y *Evaristo Carriego* con el ensayo del ser nacional, o diferenciar, una vez más, a Borges de Arlt, pero también a Borges de Gironde y a Arlt de los escritores del margen como González Tuñón y a éste de Oli-

vari. De ahí que sea posible leer de un modo nuevo a autores imposibles, como Castelnuovo o Stanchina.

La segunda línea de respuesta es la que el título *Una modernidad periférica* condensa en un sintagma cuyos términos son inseparables, y que puede evocar el de "The modernism of Underdevelopment" que Berman utiliza en su lectura de las experiencias de la modernidad en la Rusia del siglo XIX, a la que ve como arquetipo de los futuros problemas de la modernización en los países del Tercer Mundo en el siglo XX. Una modernidad diferente de la de los países centrales, no ligada a los efectos inmediatos de la doble Revolución (para decirlo en términos de Hobsbawm); una modernidad imperfecta, distorsionada, acosada por la angustia del atraso y, en el caso argentino habría que agregar, tardía, corroída por las dudas acerca de la identidad nacional y generada en parte desde afuera por la condición de país dependiente. Sin internarse en las polémicas acerca de la modernidad ni de esta peculiar condición moderna, Sarlo recorta un espacio, Buenos Aires, y refiere su corpus al veloz proceso de transformaciones urbanas, sociales y culturales que arranca del Centenario y culmina en la década del treinta.

El análisis se inicia con una descripción inusual: algunos cuadros de Xul Solar, donde los signos del lenguaje plástico son leídos como una cifra de la cultura del Buenos Aires de los años veinte. "Lo que Xul mezcla en sus cuadros también se mezcla en la cultura de los intelectuales: modernidad europea y diferencia rioplatense, aceleración y angustia, tradicionalismo y espíritu renovador; criollismo y vanguardia. Buenos Aires: el gran escenario latinoamericano de una cultura de mezcla." (p. 15).

Esa mezcla es lo que se despliega en los datos del primer capítulo: los cambios en la ciudad, las experiencias de la luz, del espacio y de la velocidad, las modificaciones del perfil arquitectónico de Buenos Aires, el crecimiento demográfico y las sonoridades de las mezclas lingüísticas; el surgimiento de nuevos diarios y de un nuevo estilo de periodismo; la creación de editoriales y la ampliación del público lector; la presencia de la publicidad y del cine; la transformación de las costumbres sociales y, consecuentemente, la nueva colocación de la mujer en el espacio cultural; la incidencia de las revistas literarias, cuyos debates estéticos se articulan en función de conflictos sociales; las polémicas sobre la



Beatriz Sarlo, *Una modernidad periférica: Buenos Aires 1920 y 1930*, Nueva Visión. Buenos Aires, 1988, 248 págs.

ciudad y las nuevas modulaciones de la pregunta por el ser o no ser de la Argentina. Bajo la forma de la celebración o del rechazo, con nostalgia del pasado o con irreducible fe en el futuro, las respuestas al cambio que los intelectuales producen en esos años están invadidas y permeadas, a veces de modo contradictorio, por la tensión frente a lo nuevo. A partir de esta hipótesis central, *Una modernidad periférica* realiza en los capítulos siguientes una construcción del campo literario porteño creando una densa red conceptual-narrativa que se apoya en un amplísimo manejo de fuentes, textos y bibliografía crítica. Diseña espacios y organiza líneas de convergencia y divergencia en función de las elecciones lingüísticas, tópicas y estéticas que los escritores practican, de los sistemas de figuración que los textos construyen y de las opciones de valor en que se fundan. Son siete capítulos que virtualmente saturan el elenco de respuestas posibles, de Güiraldes a Arlt y a Gironde; desde *Proa* a *Contra*; desde las utopías que colocan lo nuevo como fundamento a aquellas que eligen la revolución; desde las representaciones del margen que construyen los textos de González Tuñón, Olivari y Castelnuovo hasta la reflexión histórica sobre lo nacional que una estructura de sentimiento compartida por diversas fracciones del campo intelectual genera en textos ensayísticos y no ensayísticos. Si alguna unidad puede admitirse en este campo de luchas y diferencias, ella estaría dada por el reconocimiento de un "continuum experiencial-ideológico", común a los distintos sectores, "animado por el proyecto de conquistar a la sociedad y cambiarla estética, moral o políticamente" (p. 111).

Resulta difícil dar cuenta de la variedad y riqueza de los recursos de lectura, así como de la cualidad de cosa vivida que singularizan a esta construcción, dos rasgos para los que la atención a lo histórico, a lo experiencial y aún a lo biográfico resulta decisiva; hace hablar a los datos mudos de la historia literaria, aquellos que de tan inertes parecían condenados para siempre al desván de las cosas inútiles. Entre esos datos, los comienzos literarios, las ficciones de origen, los patrimonios socioculturales, los viajes y las posiciones políticas, adquieren una significación relevante. Leídos desde ellos y con ellos, textos literarios, revistas de izquierda y de derecha, centros y márgenes, se iluminan de manera diferente. Así ocurre en el caso de Arlt, donde se muestra la fuerte presencia de un saber técnico propio de la enciclopedia del escritor pobre, un material que si por un lado modela las figuraciones del espacio urbano y las ensoñaciones y fantasías de los personajes, por el otro es índice de un no-saber, esto es, de la privación cultural desde la cual escribe Arlt. "La angustia arltiana, sobre la que han abundado los críticos —señala Sarlo— tiene que ver con esta experiencia de los límites puestos a la realización de su escritura" (p. 50).

El capítulo III, "Decir y no decir: erotismo y represión", puede tomarse como un corte paradigmático para registrar el *modus operandi* de *Una modernidad periférica*. Se ocupa de tres escritoras, Norah Lange, Alfonsina Storni y Victoria Ocampo, y su objeto es registrar la construcción de un lugar de enunciación para la escritura de las mujeres en ese período, lugar que, pese a la compartida condición femenina, demuestra ser todo lo contrario de un espacio homogéneo, pues se revela también atravesado por las diferencias de las condiciones sociales y de formación cultural, que inciden tanto en la modalidad de las respectivas iniciaciones literarias como en la diversidad de las estrategias textuales. En los tres casos, miradas masculinas son las que, aceptando y celebrando la aparición de las escritoras, las ponen en el lugar acotado por los límites de la ideología: la aniñada, la leve, la hogareña y vanguardista Norah de Brandán Caraffa, de Borges y de Macedonio Fernández; la "camarada honesta" y la "maestría cordial" que ve Giusti en Alfonsina; la Señora de las letras que es Victoria Ocampo para Ortega y Gasset. Las historias de comienzos y los mentores literarios resultan decisivos para estas mujeres

escritoras, así como los nombres de quienes prologan los libros de cada una denuncian los signos irrefutables de sus diferencias. Pensemos en esos datos por todos conocidos: Oliverio Girondo, novio y marido, vigilando la escritura de Norah, casi como una prolongación de la vigilancia familiar; Victoria Ocampo subiendo las escaleras de la Biblioteca Nacional para tener una opinión de Groussac; Alfonsina enviando sus libros a Lugones, que se negaba a comentarlos. Con datos como estos, Beatriz Sarlo construye tramas donde se mezclan historias de vida y biografía intelectual, y desde esas tramas lee los textos: lo reprimido en Norah Lange; la dimensión subjetiva como fundamento de la escritura de alfonsina, y el costo de una ruptura moral que, si hace posible una renovación temática que subvierte los tópicos tradicionales de la poesía amorosa, sofoca la posibilidad de las rupturas estéticas: los límites paradójicos de la abundancia contra los que Victoria Ocampo tiene que pelear para escribir *De Francesca a Beatrice*, un primer texto donde se definen la elección de un género atípico en la escritura esperable de una mujer, junto con otros gestos también atípicos: el uso de la escritura como aquello que le permite conectarse consigo misma; la conversión de los conocimientos adquiridos como signo del prestigio social en armas para forzar aquellos mismos límites.

También en las orillas, a su vez, de aquello que la crítica literaria hoy considera central, Sarlo formula en este capítulo una pregunta que no puede menos que sonar audaz: ¿Por qué las razones biográficas? "Son razones muy evidentes —apunta— pero no por eso menos interesantes. Es más, creo que son significativas en la medida en que permiten descubrir los nexos que van desde recorridos subjetivos, pasionales, hasta la cultura." Pero, habría que añadir, las "razones muy evidentes", sean biográficas o de otra índole, en realidad no lo son tanto; no están ahí listas para ofrecerse, condescendientes, a la mirada; *Una modernidad periférica* las descubre, las selecciona, las articula, las dota de sentido. Tales son, en este libro, los caminos de acceso a ese objeto esquivo que desafía a la crítica literaria: cómo los textos construyen un mundo, cómo los textos construyen una relación con el mundo.

María T. Gramuglio

Facultad de Filosofía y Letras,
Universidad de Buenos Aires

La Universidad Nacional de La Plata trabaja para la comunidad

- Sus Facultades de Ciencias Naturales e Ingeniería colaboran en el diseño de un plan maestro para solucionar el problema de las inundaciones en la provincia de Buenos Aires.
- Su Facultad de Ingeniería desarrolla un modelo físico-matemático para convertir al de Quequén en un puerto de aguas profundas.
- Su Escuela Superior de Periodismo se ocupa de la publicidad institucional sobre la drogadicción.
- Su Facultad de Ciencias Económicas crea la primera Escuela de Especialización en Economía Bancaria de América Latina.
- Su Programa de Asesoramiento a la Comunidad atiende las demandas de 22 municipios, 6 gobiernos provinciales y varios entes privados.

Estos son, apenas, algunos logros de un programa transformador que concibe a la Universidad como algo más que un centro limitado a la docencia. La Universidad Nacional de La Plata se inserta en la sociedad para contribuir a su desarrollo económico, social y cultural.



Universidad Nacional de La Plata



**Hay
que
hacer
ciencia
hoy
en la
Argentina**

**Comisión
Nacional
de Energía
Atómica**

Laboratorio Tandem. Acelerador de iones pesados